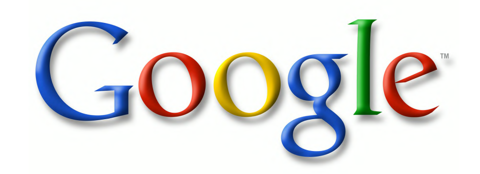
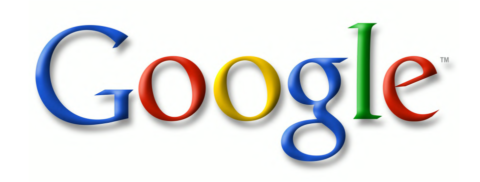
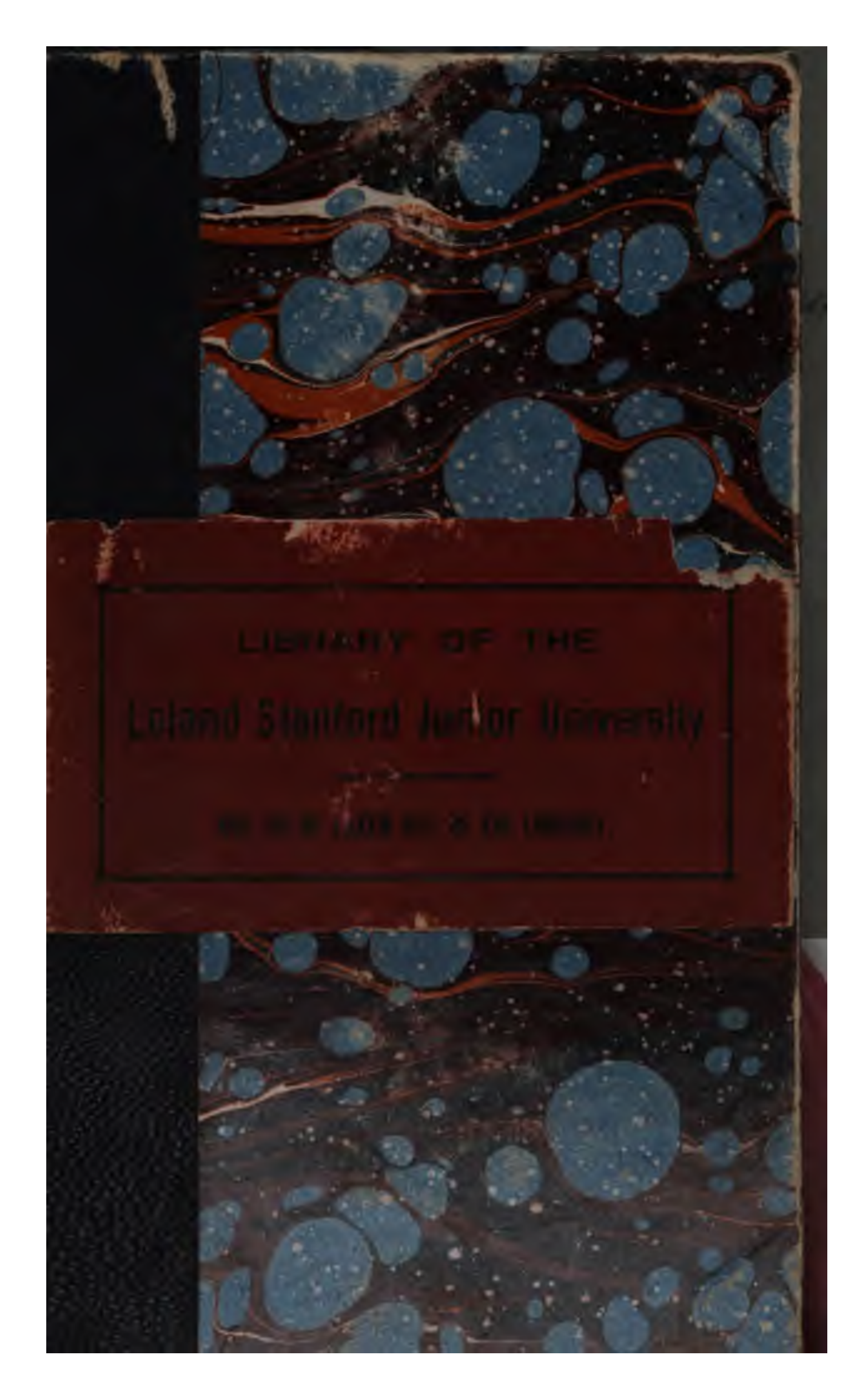
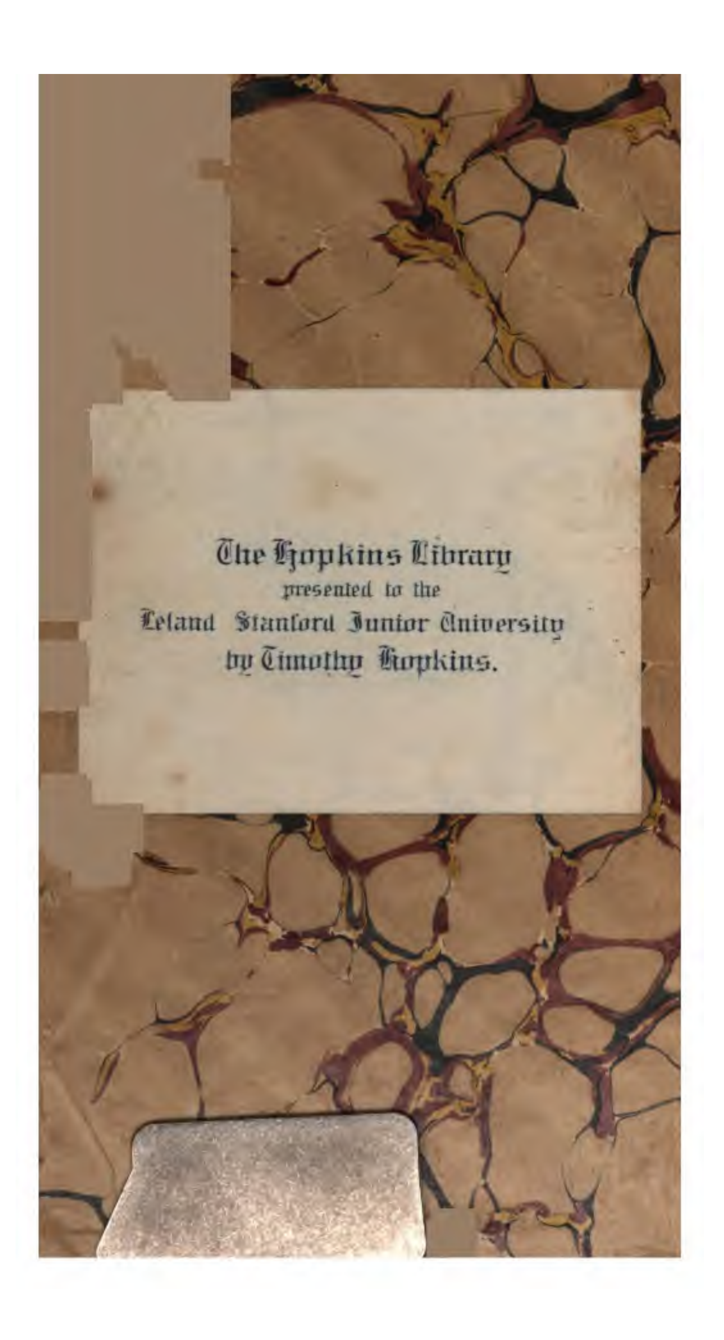





LIBRARY OF THE
Leland Stanford Junior University


The Hopkins Library
presented to the
Leland Stanford Junior University
by Timothy Hopkins.




B. WESTERMANN & Co.
NEW YORK
812 BROADWAY



PRIX DE DIVERS SYSTÈMES DE MACHINES A VAPEUR

Force en chevaux-vapeur	Force en chevaux-vapeur	Prix	Piston		Vitesse
			Diamètre	Course	
nom.	max.	fr.	mill.	mill.	pr min.
1	1 1/2	1,800	0,095	0,180	125
2	3	2,400	0,115	0,200	115
3	4 1/2	3,000	0,140	0,240	105
4	6	3,600	0,160	0,260	95
6	9	4,850	0,190	0,300	85
8	12	6 100	0,220	0,350	75
10	15	7,500	0,245	0,400	75
11	18	8,800	0,275	0,400	70
15	22	11,000	0,300	0,450	70
20	30	12,000	0,300	0,450	85

Machine à vapeur verticale. Chaudière à bouilleurs de **1** à **20** chevaux.

2	3	3,200	0,110	0,220	190
3	4	3,600	0,120	0,220	190
4	6	4,400	0,155	0,240	175
5	7	4,800	0,160	0,250	175
7	10	5,700	0,175	0,270	155
10	14	7,100	0,195	0,300	140
12	16	8,600	0,220	0,330	125
15	21	9,600	0,240	0,360	115
20	26	11,500	0,270	0,380	105
25	33	14,500	0,300	0,420	100
32	42	18,200	0,330	0,450	90
40	60	21,700	0,350	0,500	80

Locomobile ou sur patins. Chaudière à flamme directe de **3** à **30** chevaux.

5	7	4,600	0,155	0.240	175
7	10	5,700	0,175	0,270	155
10	14	7,100	0,195	0,300	140
12	16	8,500	0,220	0.330	125
15	21	9,500	0.240	0,360	115
20	26	11,500	0,270	0,380	105
25	33	14,000	0,300	0,410	100
32	42	17,500	0,330	0,450	90
40	60	21,000	0,350	0,500	80

Locomobile ou sur patins. Chaudière à retour de flamme de **5** à **40** chevaux.

2	3	1,400	0,125	0,220	170
3	5	1,950	0,155	0,240	130
4	6	2,300	0,175	0,270	115
6	9	3,000	0,195	0,300	105
8	12	3.800	0,220	0,330	100
10	15	4,500	0,240	0,360	95
12	18	5,100	0,270	0,380	85
15	23	6,000	0,300	0,420	75
20	30	7,600	0,330	0,450	70
25	38	9,000	0,350	0,500	65
30	45	10,600	0,400	0,600	60

Machine horizontale fixe de **2** à **30** ch.

es prix ont été extraits des tarifs de la Maison **HERMANN-LACHAPELLE, J. BOULET** et Cie, Successeurs.
144, Faubourg Poissonnière, Paris.

MÉDAILLES D'OR — EXPOSITIONS UNIVERSELLES DE 1867 & 1878

MACHINES A DATER EN TIMBRE SEC

pour Omnibus, Tramways, Agences de paris mutuels, pour Courses, Bateaux à vapeur, etc.

MACHINES
À DATER
les billets en pointillé à jour

—

COMPTEURS-ENREGISTREURS

APPAREILS
DE CONTROLE
en tous genres
pour Omnibus, Tramways Bateaux-mouches Expositions Concerts, etc.

—

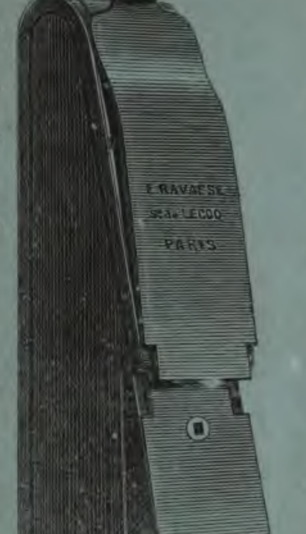
MACHINES
À IMPRIMER
ET NUMÉROTER
À COMPTER
LES BILLETS
DES CHEMINS
DE FER

—

TIMBRES
à annuler les coupons

—

PINCES
DE CONTROLE



ROULETTES
À MAIN
pour diviser les chèques

—

NUMÉROTEURS
MÉCANIQUES
à piston et s'encrant seuls

—

TIMBRES HUMIDES
À MAIN

—

CALENDRIERS
ET GRIFFES
en cuivre ou en acier

—

GRAVURES
en tous genres

—

PRESSE-COUPONS
PRESSE-PAPIERS

—

COUPE-BILLETS

—

Ponces

MACHINES ET APPAREILS pour les *Imprimeurs, Papetiers, Relieurs, Graveurs, Fabricants de papiers à cigarettes, Photographes, Banques, Administrations, Maisons de crédit,* tels que : Machines à couper le papier, le carton ; Machines à imprimer les cartes de visite ; Machines à perforer les livres à souche ; Machines à folioter ; Machines timbres secs et humides en tous genres : Machines à numéroter les titres de rente ; Machines à glacer les photographies ; Balancier-Découpoir, **Presses à copier** en tous genres, **Pinces à plomber,** Plombs pour plomber les sacs et colis.

RAVASSE, 203-205, RUE LAFAYETTE, À PARIS

LES

TRAMWAYS

ET LES

CHEMINS DE FER SUR ROUTES

Imprimerie E. BERNARD et Cie, 75 et 77, rue Lacondamine, Paris.

LES

TRAMWAYS

ET LES

CHEMINS DE FER SUR ROUTES

PAR

F. SÉRAFON

Ingénieur civil
ancien Directeur des Tramways de Lille
ancien Ingénieur en chef
d'une Société de Chemins de fer sur routes, etc.



PARIS

E. BERNARD et Cie, IMPRIMEURS-ÉDITEURS

75 ET 77, RUE LACONDAMINE

4, rue de Thorigny, 4

1882



LES

TRAMWAYS

ET LES

CHEMINS DE FER SUR ROUTES

PREMIÈRE PARTIE

CONSTRUCTION

CHAPITRE PREMIER

1. Différence entre les tramways et les chemins de fer sur routes.

Les *tramways* ne doivent pas être confondus avec les *chemins de fer sur routes.*

En Angleterre, on donne le nom de *tramway* à toute voie ferrée, posée dans une rue ou sur une route, quelle que soit la forme des rails employés, plats ou saillants.

En France, il n'en est pas de même.

Le Conseil général des ponts et chaussées établit une différence entre les deux, en les définissant ainsi :

« Un tramway *est une voie ferrée à rails non saillants, établie* « *sur une route, qui n'enlève pas la partie de la voie qu'elle* « *occupe à sa destination primitive.*

« Un chemin de fer sur route *est une voie ferrée, dont les* « *rails sont généralement en saillie, établie sur une route ou un* « *chemin et qui, tout en restant accessible aux piétons, enlève à* « *la circulation des voitures ordinaires la zone réservée aux* « *voitures spéciales du chemin de fer.* »

Il suit de là que les tramways peuvent occuper le milieu des chaussées, tandis que les chemins de fer sur routes doivent être relégués sur les accotements.

2. Origine du mot tramway.

On n'est pas d'accord sur l'origine du mot *tramway*.

M. D. Kinnear Clark, dans son ouvrage : *Tramways, their construction and working*, dit à ce propos :

« Un *tram*, selon Nuttal, est le brancard d'une charrette ou « d'une voiture ; c'est aussi le nom d'un wagon à charbon : d'où « est dérivé le mot composé *tramway* ou *tramroad*, route formée « de barres étroites en bois, pierre ou fer, pour *trams* ou « wagons. »

Suivant un autre auteur, le mot *tramway* viendrait de *Outram*, qui construisait au dix-huitième siècle, dans les houillères d'Angleterre, des voies à rails plats en fonte, munis d'un rebord, qu'on appelait des *Outramroads* ou des *Outramways* et, par abréviation, des *tramways*.

Cette étymologie diffère essentiellement de la précédente. Elle ne fait remonter l'origine des tramways qu'au dix-huitième siècle, tandis qu'on les voit apparaître pour la première fois, dans les environs de Newcastle, au milieu du dix-septième.

3. Historique des tramways.

Vers 1630, le bois devenant rare en Angleterre, on chercha à le remplacer par la houille qui se trouvait en abondance dans plusieurs comtés, notamment dans le Northumberland. Mais les routes formées du sol naturel, qui conduisaient des usines aux ports d'embarquement sur la Tyne, étaient dans un état tel qu'un cheval ne pouvait traîner que 8 à 900 kilog. de charbon. Aussi les dépenses de charriage étaient-elles considérables. Pour les diminuer, on eut l'idée de placer dans les ornières des routes, des files de madriers en chêne bien parallèles, à l'écartement de 90 centimètres à 1ᵐ,20, sur lesquels roulaient les roues en bois, très basses et à jantes plates, des grands wagons à charbon. Ces madriers avaient généralement 10 centimètres d'épaisseur et de 10 à 13 centimètres de largeur. Afin de les maintenir à l'écartement et au niveau de la route, on les fit reposer, tous les 60 centimètres environ, sur des traverses également en chêne et ayant les mêmes dimensions que les madriers. Ceux-ci étaient fixés aux extrémités de leurs supports par des chevilles en bois ; mais, comme les traverses à fleur du sol se détérioraient sous les pieds des chevaux, et que la surface des madriers s'usait vite au contact des roues grossières des wagons, on prit le parti de clouer sur les rails des pièces de bois d'essence dure, ayant le même équarrissage qu'eux. Ces pièces remplissaient ainsi l'office de rails fixés sur des longrines ;

seulement, par raison d'économie, on n'employait que des bois tendres pour les supports longitudinaux et transversaux. Longrines et traverses étaient enterrées dans une sorte de balast formé de poussier de mines, ou de toute autre matière de cet genre, et fortement bourrées; sauf la matière employée pour les rails, ces voies primitives offraient la même disposition que nos tramways actuels. Elles rendaient, au reste, de grands services aux propriétaires des mines, car elles permettaient à un cheval de trainer de 2 à 3 tonnes de charbon, soit environ trois fois plus que sur une route ordinaire.

4. Chemins en bois.

Ces chemins en bois existent encore au Canada et dans l'Amérique du Sud, pour le service des mines et des exploitations forestières. Dans le Nord, les rails sont en érable, et leur face supérieure est profilée suivant le bandage des roues. Plusieurs de ces chemins sont desservis par des locomotives légères, dont le poids, en charge, varie de 5,000 à 8,000 kilogrammes.

Les rails en bois sont glissants. Ils ne conviennent pas pour les fortes rampes et les courbes raides. Les machines doivent déployer la moitié, quelquefois même les deux tiers, de plus de puissance que sur les rails en fer. Lorsque l'eau pénètre le bois, la résistance à la traction augmente sensiblement, surtout sur les parties accidentées. Aussi prit-on le parti, vers 1716, de recouvrir les rails de bandes en fer malléable de 5 centimètres de large sur 12 millimètres d'épaisseur, en les fixant par des clous à tête fraisée. Ce perfectionnement donna de bons résultats partout où il fut appliqué. Il le fut notamment à Saint-Etienne.

Ainsi modifié, ce mode de transport ne tarda pas à être adopté dans la plupart des districts houillers de l'Angleterre. Il resta pendant plus de soixante ans sans recevoir de modification sensible.

5. Emploi des rails en fonte.

Vers 1738, on essaya des rails en fonte; mais les barres que l'on fondit étaient trop faibles et cédaient sous le poids des wagons. Ces ruptures avaient lieu le plus souvent parce que la charge de 2 à 3 tonnes que trainait un cheval n'occupait qu'un wagon. L'essai fut repris en 1767, aux forges de Colbrooke-Dale, dans le Shropshire, par William Reynolds, ingénieur, et l'un des propriétaires.

Il divisa le chargement dans plusieurs petits wagons, et les ruptures devinrent plus rares.

Les propriétaires, voyant le prix de la fonte baisser sensiblement, prirent le parti, pour conserver leurs rails en service, de garnir leur surface des gueuses qu'ils avaient en magasin, avec l'intention de les enlever et de les vendre au moment de la hausse. Ces barres avaient $1^m,50$ de long, 10 centimètres de large et 3 centimètres d'épaisseur. Elles étaient percées de trois trous par barre, à l'aide desquels on les fixait sur les rails.

Les résultats qu'elles donnèrent furent tels qu'on les adopta dans la plupart des districts houillers.

6. Rails à rebord vertical.

Neuf ans plus tard, vers 1776, M. Carr, directeur des charbonnages du duc de Norfolk, à Sheffield, construisit une voie destinée à desservir des mines, avec des barres en fonte munies d'un rebord vertical afin de retenir les roues des wagons. Ces barres présentaient en section la forme d'un L. On les fixait sur les traverses comme les rails plats en fonte.

Elles étaient désignées sous le nom de *trams*, et l'ensemble de la voie s'appelait un *tramway*.

Ces trams avaient le grave inconvénient de retenir la boue et la poussière à l'intérieur du rebord, et d'augmenter ainsi le tirage.

Néanmoins la forme en L fut longtemps employée pour les tramways, ainsi que nous le verrons plus loin.

7. Rails saillants en fonte.

A l'époque où James Watt cherchait à appliquer la vapeur au transport du charbon dans les mines, on commençait à fondre des barres rectangulaires en fonte assez résistantes pour ne plus nécessiter l'appui des longrines. On les plaçait de champ sur les traverses entaillées, et on armait les roues de boudins pris dans le bandage lui-même. En 1789, Jessop les fixait sur des dés en pierre à l'aide de coussinets en fonte.

8. Rails en fer malléable.

Seize ans plus tard (1805), Nexon proposa de remplacer les barres en fonte par des barres en fer malléable, d'une longueur de 60 à 90 centimètres et d'une section de 2 à 3 centimètres carrés seulement. Ces rails étaient trop minces et entamaient les roues. Les rails plats en fonte étaient encore en usage, car nous voyons à cette époque M. Woodhouse prendre un brevet pour une voie métallique composée de plateaux en fonte légè-

rement concaves, posés sur des dés ou des longrines de niveau avec la chaussée, et maintenus à l'écartement par des traverses en bois ou des entretoises en fer. Cette voie était destinée aux routes ordinaires. Un spécimen fut établi, en 1821, aux environs de Leicester.

Les rails en fonte et les rails en fer étaient concurremment employés pour les petites voies ferrées des mines, les seules alors en usage.

C'est sur l'une d'elles, le Tram-Road de Merthyr-Tydvil, dans le sud du comté de Galles, que Trevithick et Vivian essayèrent leur locomotive, la première qui ait pu remorquer sur un chemin de fer, à la vitesse de 8 kilomètres à l'heure, un wagon chargé de 10 tonnes de minerai.

A la suite des essais qui eurent lieu dans les houillères de lord Carlisle, dans le Cumberland, on finit par reconnaître la supériorité des rails en fer sur les rails en fonte dont le coeffi-

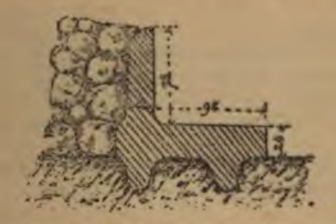


Fig. 1. — Rail de Cheltenham à Glowcester.

cient de frottement est plus élevé; mais on n'avait pas encore trouvé le moyen de fabriquer les premiers dans des dimensions plus grandes que celles que leur avait assignées Nexon. Aussi, pour établir en 1809 le tramway de Cheltenham à Glowcester, d'une longueur de 14 kilomètres, on crut devoir revenir aux rails en fonte à rebord, ainsi que le montre la figure 1. C'est la première voie de ce genre qui ait transporté des voyageurs.

Quelques années plus tard, un autre tramway, de Stratford-sur-Avon à Moreton, fut établi pour le transport des charbons et des grains; de 1825 à 1832, il transporta également des voyageurs.

On peut ranger dans la classe des tramways les voies composées de deux bandes en granit parallèles, que M. Walker, ingénieur, posa en 1829 dans Commercial Road, à l'est de Londres.

En 1833, sir John Macneil forma une Compagnie au capital

de 8,750,000 francs, pour établir un système analogue entre Londres et Holyhead. On devait employer la vapeur pour la traction des diligences et des omnibus ; mais la demande de concession fut repoussée à la deuxième lecture par le Parlement, sur les instances des fermiers des routes à péage.

On sait que le plus grand nombre des villes du nord de l'Italie sont sillonnées de tramways de ce genre, sur lesquels roulent les voitures, et qu'on nomme des *rotaje*.

D'après les expériences de sir John Macneil, la résistance au roulement sur ces tramways est moins de moitié de celle qu'on rencontre sur le pavé en granit.

Cependant, vers 1820, M. Birkinshaw parvint à fabriquer au laminoir des rails de toutes formes et de toutes dimensions. C'était là un immense progrès. Les rails saillants reprenaient le dessus ; les *tramways* cédaient le pas aux *railways*.

A partir de l'époque où le premier railway, celui de Dar-

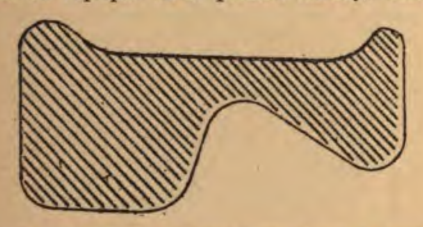


Fig. 2. — Rail de la 4e Avenue (New-York à Haarlem).

lington à Stockton, fut ouvert au transport des voyageurs et des marchandises, — 27 septembre 1825, — on ne construisit de tramways que pour le service des mines et des établissements industriels. Les chemins de fer, qui commençaient à s'établir, devaient être bientôt secondés dans leur développement par la substitution de la vapeur à la traction animale.

9. Apparition des tramways aux États-Unis.

Le premier tramway moderne, affecté au transport des voyageurs, dont on ait souvenir, est celui qui fut posé en 1832, aux Etats-Unis, dans la première section de la ligne de New-York à Haarlem. Le rail adopté (fig. 2) avait une section semblable à celle généralement employée aujourd'hui, mais il était plus lourd; son poids atteignait 48 kil. 5 par mètre. Le contre-rail était en contre-bas du rail d'environ 37 millimètres.

M. Stephenson, fabricant de voitures à New-York, construisit

pour ce tramway des cars à trois corps, semblables aux voitures publiques, avec entrée sur les côtés et suspension en cuir.

L'avant et l'arrière étaient symétriques, et chaque extrémité était pourvue d'un siége élevé pour le cocher.

Le bâti comprenant les roues, le frein et les pièces nécessaires à l'attelage, était indépendant de la caisse, qui reposait sur les boîtes des essieux.

L'établissement du tramway de Haarlem dans la 4e avenue de New-York souleva de la part de la population de très vives protestations. La largeur exagérée de l'ornière et la saillie du rail sur la chaussée gênaient la circulation des voitures et occasionnaient des accidents. Les concessionnaires se virent obligés d'enlever temporairement la voie. En 1852, l'idée fut



Fig. 3. — Rail Loubat.

reprise par un Français, M. Loubat, qui obtint l'autorisation de poser dans les rues de New-York un tramway formé de rails en fer portant une ornière plus resserrée que celle de Haarlem. Ils reposaient sur des longrines en bois et ne faisaient pas saillie sur la chaussée (fig. 3).

La population finit par reconnaître les avantages de ce nouveau mode de transport, bien préférable à celui des omnibus roulant sur des chaussées mal entretenues, telles qu'on les rencontre aux Etats-Unis.

Mais la forme de l'ornière était souvent une gêne pour les voitures légères dont les roues s'engageaient facilement dans la dépression du rail.

En 1856-1857, un ingénieur anglais, M. Charles Light, établit

dans les rues de Boston un tramway dont les rails présentaient une ornière de forme moins resserrée.

10. Rail de Philadelphie, dit step-rail.

Le rail à ornière admis à Boston, à New-York et dans plusieurs autres villes, rencontra une vive opposition à Philadelphie. Pour la faire cesser, l'ingénieur en chef de la ville, M. Strickland Kneass, proposa à la municipalité un rail plat, muni d'un bourrelet, dit *step-rail*, qui fut accepté et imposé à toutes les Compagnies de tramways (fig. 4). La largeur de la voie fut fixée à 5 pieds 2 pouces (1m,59), pour correspondre à celle des voitures ordinaires. Ce rail donnait ainsi au roulage la possibilité de se servir des voies ferrées des rues (*street*

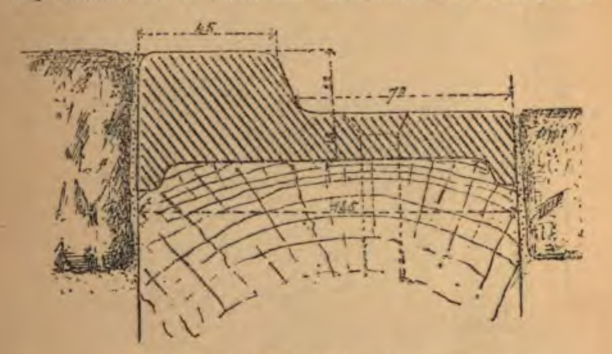


Fig. 4. — Rail de Philadelphie, dit *step-rail*.

railroads). Il contribuait à leur conservation et permettait leur établissement dans les rues étroites. La figure 5 donne la disposition adoptée à Philadelphie.

Le *step-rail* se retrouve dans la plupart des villes de l'Union, et l'on peut dire qu'il a largement contribué au développement des tramways en Amérique. Acceptés par la population, les chemins de fer des rues ne tardèrent pas à prendre dans les villes la place qu'occupent chez nous les omnibus. La régularité et la largeur des voies publiques, les longues distances à parcourir dans les villes par suite de leur étendue, l'absence, enfin, de tout moyen de transport en commun économique, confortable, de grande contenance et d'allure rapide, devaient populariser les tramways aux Etats-Unis et assurer leur succès.

11. Tentative de M. G.-Francis Train en Angleterre pour y introduire les tramways.

M. Georges-Francis Train, qui avait vu les chemins de fer des rues se développer rapidement dans l'Amérique du Nord, chercha à les introduire en Angleterre et dans les principales villes du continent.

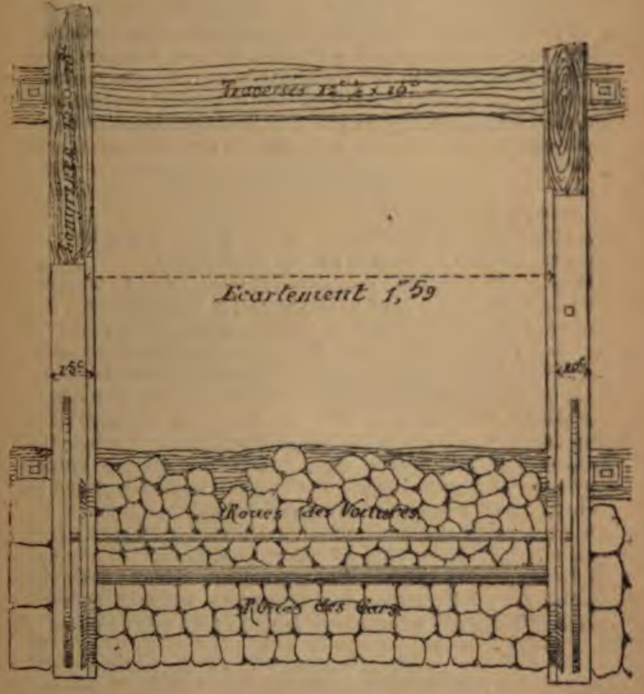


Fig. 5. — Voie de Philadelphie. Échelle $\frac{1}{10}$.

Son projet rencontra une opposition telle de la part de sir Benjamin Hall, commissaire en chef des travaux publics, que le Parlement ne voulut pas accorder à M. Train l'autorisation qu'il réclamait. Il s'adressa aux commissaires de Birkenhead

qui lui permirent, en 1860, d'établir une petite ligne dans cette localité. Un an après, les autorités municipales de Londres l'autorisèrent à construire, à titre de spécimens, deux lignes de tramways : l'une de Marble Arch à Notting-Hill et l'autre le long de Kennington-Road. Enfin, en 1863, il posa entre Burslem et Hanley, pour le compte de la Compagnie du Staffordshire Potteries, Street Railway, un tramway de près de 3 kilomètres. M. Train choisit pour ces diverses concessions le rail de Philadelphie, du poids de 25 kilogr. par mètre.

Le public anglais ne sut pas apprécier les avantages de ce nouveau mode de transport. A Londres surtout, il trouva dans la différence de niveau entre le bourrelet du rail et la chaussée des rues un inconvénient sérieux pour le passage des véhicules ordinaires. Des accidents de toutes sortes, et principalement des ruptures d'essieux et de roues de voitures légères dans la traversée de la voie ferrée, provoquèrent des protestations telles que M. Georges-Francis Train fut obligé d'enlever ses rails et de renoncer à son projet.

A Birkenhead, le tramway ne fut toléré qu'à la condition de remplacer le rail à bourrelet par un rail à gorge.

Il en fut de même aux Potteries. Cet insuccès de M. Georges-Francis Train arrêta, pour quelque temps, le mouvement des tramways. Il faut reconnaître, d'ailleurs, qu'en Angleterre, et surtout à Londres, le bon état des voies publiques et le nombre considérable des omnibus et des voitures de place rendaient les chemins de fer des rues moins nécessaires qu'aux Etats-Unis.

A Salford, cependant, en 1862, on établit un tramway composé de deux rails plats, sur lesquels roulaient les roues des cars, et d'un rail central assez semblable à un rail Brunel renversé. Un galet à boudin, placé au milieu du car et que le cocher pouvait soulever et abaisser à volonté, courait dans le rail creux et maintenait la voiture sur la voie. Quelques tramways et, entre autres, celui de Chêne, près de Genève, ont été établis d'après ce système. On y a renoncé depuis quelques années, malgré l'avantage que présentent les cars pouvant *dérailler à volonté*. Le tramway de Salford a duré près de huit ans.

12. Essai de M. Noble à Liverpool.

Au mois de novembre 1865, on expérimenta sur une petite ligne, à Liverpool, le rail de M. Noble, dit *Rail à croissant* (fig. 6), en usage en Amérique pour les tramways à petit trafic, et employé plus tard à Bruxelles et à Gand.

Cette expérience ne donna pas les résultats qu'on en attendait.

13. Les premiers tramways à Liverpool.

En 1866 et 1867, la concession d'un réseau de tramways dans Liverpool fut demandée au Gouvernement; elle fut obtenue en 1868; c'est la première de ce genre que le Parlement ait accordée.

Les travaux furent exécutés par des entrepreneurs de Philadelphie, sous la direction de M. Georges Hopkins, aujourd'hui ingénieur en chef de la *Compagnie des North-Metropolitan-Tramways*, de Londres.

Le rail choisi était un rail à gorge, du modèle de celui qui avait remplacé le *step-rail* de M. G.-Francis Train à Birkenhead et aux Potteries. Seulement, l'ornière était plus étroite et son poids ne dépassait pas 20 kilogrammes par mètre courant.



Fig. 6. — Rail à croissant (*cressent-rail*).

14. Largeur de voie des tramways en Angleterre.

Le système de voie adopté à Liverpool a servi de type, pour les dispositions générales, aux tramways construits plus tard dans la Grande-Bretagne. On adopta la largeur de voie des chemins de fer, non pas, selon M. Kinnear Clark, dans le but d'établir une communication avec les chemins de fer, mais parce que les demandeurs en concession durent employer le mot de *railway*, celui de *tramway* n'existant pas encore dans les règlements en vigueur, et qu'on leur imposa, comme conséquence, la largeur de voie des railways.

Il n'en a pas été de même en France, lorsque, dans la concession de 1873, on s'est appliqué à adopter la largeur de 1m,44, qui est celle des voies des grands chemins de fer. On a été guidé dans ce choix, dit avec raison M Rousselle, inspecteur général des ponts et chaussées, « par l'espoir de faire « circuler sur les tramways les wagons des chemins de fer, et « de profiter des nouvelles voies ferrées pour mettre les usines

« en communication directe avec les grandes gares. Disons, en « passant, que cette espérance semble chimérique; car l'épais « boudin des grands wagons ne peut trouver sa place dans une « gorge de $0^m,035$; de plus, les wagons ne sauraient tourner « dans des courbes de moins de 100 mètres de rayon, et il est « impossible, sur le tracé des tramways traversant des villes « et des villages, de s'astreindre à observer de pareilles cour- « bures. »

Ces observations sont fort justes, et, cependant, combien de prétendus innovateurs rêvent encore l'utilisation des tramways à ce point de vue !

La voie des chemins de fer fut appliquée aux tramways de Londres, comme elle l'avait été à ceux de Liverpool, comme elle l'est aujourd'hui aux tramways de tout le Royaume-Uni, sauf en Irlande où l'on a conservé la largeur de voie des grandes lignes, qui est de 5 pieds 3 pouces, soit $1^m,60$.

15. Tramways de Londres.

Le premier tramway de Londres ne date que de 1869. A cette époque, il se forma trois Compagnies. La première, celle des *North-Metropolitan-Tramways,* fut autorisée à poser des rails dans Witechapel, Mile-End et Bow. En 1870, sa concession fut étendue d'un côté à Algate et de l'autre à Stratford, Leytonstone et Bromley. Enfin, en 1871, elle s'agrandit encore au nord et à l'est. C'est la Compagnie de tramways la plus importante et la plus prospère de Londres. Son réseau comprend aujourd'hui 53 kilomètres. Elle possède 2,393 chevaux et 210 cars répartis dans 16 dépôts.

La deuxième Compagnie, celle des *Metropolitan-Street-Tramways,* embrassait les routes de Kennington, Brixton et Clapham. La troisième, enfin, desservait Pimlico, Peckham et Greenwich. Ces deux dernières Compagnies se sont fusionnées et forment aujourd'hui la *London-Tramways-Company.* Il faut ajouter à cette liste la Compagnie des *London-Street-Tramways* qui a été autorisée à établir ses lignes dans la partie nord-ouest de Londres.

16. Étendue et prix de revient du réseau actuel des tramways en Angleterre.

On peut donner une idée du succès des tramways en Angleterre par ce fait que, depuis 1869, il a été construit 368 milles (592 kilom. 1/4) qui ont coûté 5,453,579 livres sterl., soit environ 136,339,475 francs. Aux Etats-Unis, on compte actuellement 5,600 kilomètres de chemins de fer des rues.

17. Les tramways en Belgique.

Les tramways furent introduits en Belgique par une Société anglaise ; en 1867, une réunion de capitalistes et d'entrepreneurs obtenait à Bruxelles la concession d'une voie ferrée de Sharbeck au bois de la Cambre, d'une longueur de près de 7 kilomètres. La ligne fut ouverte à l'exploitation en 1869. Ce tramway est un de ceux qui ont donné les plus beaux résultats. Son succès fut tel qu'il engagea des spéculateurs à demander la concession à Paris d'une voie ferrée d'environ 2,500 mètres, allant de la porte Maillot au pont de Courbevoie. Cette petite ligne, construite sur le modèle de celle du bois de la Cambre par M. Harding, qui a joué un rôle important dans l'histoire des tramways parisiens, a été rachetée avant sa mise en exploitation par la Compagnie des Tramways-Nord.



Fig. 7. — Car américain.

18. Les premiers tramways en France. Le chemin de fer Loubat.

Paris avait depuis 1854 un chemin de fer établi d'abord sur le quai de Billy à titre d'expérience, puis prolongé plus tard, d'un côté, jusqu'à la place de la Concorde, et de l'autre, jusqu'à Passy. On le désignait sous le nom de *Chemin de fer Américain* ou *de Chemin de fer Loubat*, du nom de son concessionnaire. M. Loubat, en effet, qui avait installé les premiers tramways à New-York, s'était fait, depuis sa rentrée en France, le propagateur de ce mode de transport. Il avait demandé la concession d'un tramway du pont de Sèvres à Vincennes. Elle lui fut accordée le 10 février 1854. Il conserva le rail qui lui avait si bien réussi en Amérique, et il exploita avec les cars qu'il avait fait venir de New-York, et dont la fig. 7 peut donner une idée. Ils étaient montés sur des roues calées sur les essieux et

ne pouvaient quitter la voie, lorsque, soit par accident, soit par le mauvais vouloir des conducteurs, les voitures ordinaires se trouvaient engagées sur les rails.

La population parisienne ne parut pas apprécier les mérites de ce type de voiture, sur les plates-formes desquelles elle était forcée de se tenir debout. M. Loubat se vit obligé de les remplacer par ces lourds omnibus à impériale que l'on voyait encore en service, il y a quelques années, sur la voie ferrée de la place de la Concorde à Passy.

Ces véhicules pesaient à vide 3,000 kilog., et, chargés de 52 voyageurs, y compris le cocher et le conducteur, leur poids atteignait près de 6,400 kilogrammes. Ils avaient un avant-train mobile à volonté, et les roues tournaient autour des fusées d'essieux. Deux seulement portaient des boudins. Dans la partie macadamisée de la chaussée, la poussière et les pierres soulevées par les pieds des chevaux engorgeaient les rails et augmentaient le tirage. Il fallait pour ces omnibus trois forts chevaux, tandis que la voiture américaine n'en exigeait que deux de taille moyenne.

Malgré tous ses efforts, M. Loubat ne put être autorisé à poser des rails dans la traversée de Paris, et sa concession ne dépassa pas la place de la Concorde. On craignait l'encombrement et les accidents sur les quais, ainsi que dans la rue et le faubourg Saint-Antoine. L'expérience a prouvé combien ces craintes étaient chimériques. Réduite à la section exploitée, l'entreprise devenait une charge pour le concessionnaire. Il la céda, en 1856, à la Compagnie générale des Omnibus, qui ne commença à la rendre fructueuse qu'à l'époque où la ligne entière put être établie entre Vincennes et Sèvres, avec embranchement sur le Rond-point de Boulogne et Saint-Cloud.

L'insuccès du chemin de Loubat n'était pas de nature à encourager les promoteurs de tramways. Celui de Sèvres à Versailles, concédé à M. Tardieu le 28 avril 1854, et rétrocédé à M. Gibiat le 19 mai 1862, ne donnait pas de meilleurs résultats que celui de la place de la Concorde qui lui avait servi de modèle. Une autre petite ligne de ce genre, celle de Rueil à Port-Marly, concédée le 15 juillet 1854 à M. de Mazenod et rétrocédée au sieur Proust, n'était pas de nature à conquérir aux tramways la faveur du public de la banlieue de Paris. Tous ces tramways étaient à la voie de 1 m.,54.

Aussi, malgré le développement des tramways en Angleterre et le succès de celui du bois de la Cambre, était-on peu disposé en France à construire des lignes nouvelles. Le public français, qui se préoccupe peu de ce qui se fait à l'étranger, montrait à

cette époque, plus d'indifférence que d'hostilité à l'égard des chemins de fer américains, quand, à la suite de la guerre, en 1872, le Conseil municipal de Paris commença à se préoccuper de l'insuffisance des moyens de transport en commun dont on s'était souvent plaint dans les dernières années de l'Empire.

19. Concession en 1873 du réseau actuel des tramways parisiens.

Le Conseil général de la Seine fit préparer un projet, et, un an après, le Gouvernement accordait au département la concession de vingt lignes de tramways formant un réseau de 105 kilomètres.

Ce réseau comprenait une ligne circulaire qui se développait sur les boulevards extérieurs entourant l'ancienne enceinte de Paris, et, de plus, quinze lignes rayonnantes, ayant leur point de départ : sur les places de l'Étoile, Saint-Augustin, Moncey, de la Chapelle, du Château-d'Eau, à la place de la Bastille, à la place Walhubert, au square Cluny et à la place Saint-Germain-des-Prés. Ces lignes étaient appelées à desservir les villages les plusi mportants de la banlieue : Neuilly, Courbevoie, Suresnes, Clichy, Asnières, Gennevilliers, Saint-Ouen, Saint-Denis, Aubervilliers, Pantin, Montreuil, Saint-Mandé, Charenton, Saint-Maurice, Ivry, Vitry, Villejuif, Montrouge, Châtillon, Fontenay-aux-Roses, Issy, Vanves et Clamart.

La construction et l'exploitation de ces lignes furent accordées à trois Compagnies.

Celle des Omnibus ajouta au réseau Loubat, qu'elle fut autorisée à compléter jusqu'à Vincennes, ainsi que nous l'avons dit plus haut, les boulevards du Nord entre la place de l'Etoile et celle du Trône. La Compagnie des Tramways-Nord se chargea des lignes rayonnantes entre la place de l'Etoile et celle du Château-d'Eau. Enfin, les Tramways-Sud prirent les autres rayons avec le réseau de la ligne circulaire de la rive gauche.

Ces deux dernières Compagnies, dont la concession, en réalité, ne commence qu'en dehors des fortifications, paient à la Compagnie des Omnibus une redevance kilométrique annuelle de 6,000 francs pour le Nord et de 4,000 francs pour le Sud.

Depuis 1873, des concessions nouvelles permettant aux Compagnies de pénétrer au centre de Paris, leur ont été successivement accordées. L'étendue du réseau parisien et de la banlieue s'élève aujourd'hui à 252 kilom. 109, qui se décomposent ainsi ·

	Réseau départemental ou de l'Etat	Réseau municipal de la V. de Paris	Totaux
Cie des Omnibus	57 k. 974	59 k. 051	117 k. 025
— des Tramways-Nord .	63 892	» »	63 892
— — du Sud .	71 192	» »	71 192
	193 k. 058	59 k. 051	252 k. 109

Des lignes nouvelles, votées par le Conseil général le 27 novembre 1880, doivent augmenter encore le réseau urbain et suburbain, lorsque les concessions actuelles des tramways auront été concentrées dans les mains d'une même Compagnie, soit par voie de fusion, soit par voie de rachat mutuel.

Voici la nomenclature des lignes nouvelles :

1° Une ligne d'Asnières à Levallois-Perret ;

2° Une ligne de Neuilly à l'extrémité du Roule et aboutissant à la porte des Ternes ;

3° Le prolongement dans l'intérieur d'Ivry jusqu'aux Moulineaux, de la ligne déjà en exploitation ;

4° Une ligne de la Croix-d'Arcueil à la porte d'Orléans;

5° Le prolongement dans Villejuif au point dit de la place du Christ, de la ligne actuelle, dont le *terminus* est arrêté au chemin de Montsouris ;

6° Une ligne de Choisy-le-Roi jusqu'à Vitry ;

7° Prolongement de la pénétration dans Paris des lignes Saint-Denis, Saint-Ouen, Gennevilliers, dont la tête de ligne doit être reportée à la gauche de la Madeleine ;

8° Prolongement dans Paris jusqu'à la place du Châtelet, des lignes de Pantin et d'Aubervilliers, dont la tête de ligne est aujourd'hui fixée à la place du Château-d'Eau ;

9° Pénétration dans Paris d'une ligne venant de Neuilly par la porte des Ternes et aboutissant à la place située derrière l'Opéra ;

10° Prolongement dans Paris de la pénétration de la ligne d'Issy jusqu'à la rue de Rivoli ;

11° Pénétration dans Paris jusqu'à l'Ecole-Militaire, de la ligne partant de la Croix-d'Arcueil et aboutissant à la porte de Montrouge ;

12° Prolongement dans Paris jusqu'à la place de la Bastille et la pénétration actuelle de la ligne de Villejuif qui s'arrête aujourd'hui à la place Walhubert ;

13° Prolongement dans Paris de la pénétration actuelle des lignes de Choisy-le-Roi et d'Ivry, arrêtées aujourd'hui au *square* Cluny ;

14° Prolongement dans Paris de la pénétration de la ligne de Montreuil à la place du Trône, jusqu'au quai du Louvre par le boulevard Mazas, la Bastille et les quais.

20. Concession des tramways en province.

Paris seul n'était pas appelé à posséder, dans son enceinte et sa banlieue, un réseau important de tramways. Le mouvement en faveur de ces voies nouvelles se propagea en province, là surtout où le service des omnibus était mal fait ou insuffisant. Les municipalités des villes placées près de la frontière du Nord, voyant quels services rendaient à la population les tramways belges, demandèrent au gouvernement la concession de certaines lignes.

Lille prit l'initiative, et le 4 octobre 1873 l'Etat accordait à la ville un réseau de voies ferrées dont elle rétrocéda la concession à M. Philippart, le 16 décembre 1873. Le premier juin de l'année suivante deux lignes importantes étaient livrées à l'exploitation, et la population put bientôt apprécier tous les avantages de ce nouveau mode de transport.

Le jour où l'Etat concédait à la ville de Lille son réseau de tramways, il accordait à celle du Havre une concession analogue qui fut rétrocédée à la Banque Franco-Italienne. M. De la Hault, l'entrepreneur général, se mit de suite à l'œuvre, et dans les premier mois de 1874 deux lignes étaient mises à la disposition du public.

Les tramways, à partir de cette année, se développèrent peu à peu en France. Les réseaux de Nancy, Versailles, Marseille furent concédés aux villes qui les rétrocédèrent à des compagnies ou à des entrepreneurs.

Il en fut de même, en 1875, de Nice, Dunkerque et Roubaix; en 1876, de Rouen, Tours et Orléans; en 1877, de Boulogne, Montpellier, Valenciennes et Nantes.

Puis, Bordeaux, Lyon, Saint-Etienne etc., obtinrent de l'Etat des concessions qu'elles cédèrent, soit directement, soit par adjudication, à des spéculateurs assez hardis pour accepter des municipalités des cahiers de charges de nature à ruiner leur entreprise.

Aussi, la plupart des tramways en France sont-ils loin de rapporter l'intérêt de l'argent qu'ils ont coûté.

L'établissement des premières lignes est revenu fort cher par suite de l'inexpérience des Compagnies, des bénéfices scandaleux des entreprises générales, du taux usuraire des emprunts, et, enfin, des majorations de toutes sortes qui ont absorbé une partie du capital primitif.

Les Compagnies américaines et anglaises ont eu, comme les nôtres, leurs mauvais jours. Elles se sont relevées peu à peu, et aujourd'hui la plupart donnent, ou sont à la veille de donner, des bénéfices. Que faut-il pour cela?

Que les municipalités soient moins exigeantes à l'endroit des compagnies, et que celles-ci, de leur côté, évitent les dépenses superficielles et sachent réduire au minimum possible par une bonne administration, les dépenses nécessaires.

CHAPITRE DEUXIÈME

21. Éléments des voies de tramways.

Une voie de tramway se compose de deux files de rails d'un modèle spécial.

Rail. — Le rail présente trois parties distinctes (fig. 8) :

1. La *plate-forme* ou *table de roulement A*, sur laquelle roule le bandage de la roue; c'est le dessus du rail;

2. *L'ornière* ou *gorge B* où pénètre le boudin;

3. Le *contre-rail C* — la partie opposée au rail — qui borde l'ornière à l'intérieur de la voie, comme le rail la borde à l'extérieur.

Rails a ornières et rails a champignons. — Les rails se divisent en deux classes :

Les *rails à ornière* d'une seule pièce (fig. 8);

Les *rails à champignon*, dont l'ornière est formée d'un rail et d'un contre-rail. (Voie de Lille.)

Longrines, Traverses, Entretoises. — Dans la plupart des voies anciennes, les rails sont portés dans toute leur longueur sur des pièces de bois appelées *longrines*. Ces appuis sont maintenus à l'écartement :

Soit par des *traverses en bois* sur lesquelles ils reposent;

Soit par des *entretoises* en fer plat qui se logent entre deux rangs de pavés.

Les rails à champignon reposent généralement dans des coussinets fixés sur des traverses.

22. Voies métalliques.

Depuis quelques années on construit des voies entièrement métalliques, où les appuis longitudinaux et les liaisons transversales sont en fonte ou en fer.

23. Voie principale. Entrevoie.

On désigne sous le nom de *voie principale* celle qui est réservée au service habituel et journalier des voitures. Dans les tramways à deux voies, la voie principale comprend la voie de départ et la voie d'arrivée, ou la *voie montante* et la *voie descendante*.

L'entrevoie est la partie qui les sépare.

24. Voie montante et voie descendante.

La voie montante est celle que l'on suit en se dirigeant vers le *terminus* le plus important de la ligne. Ainsi, sur les tramways allant vers le centre de Paris, les voies montantes sont les voies d'aller, et les voies descendantes celles de retour.

25. Voie de raccordement.

Dans le cas d'une voie double, la portion de voie qui permet de passer de l'une sur l'autre est désignée sous le nom de *voie de raccordement*. On en établit de distance en distance, pour pouvoir faire temporairement le service sur une seule voie, lorsque, par une cause quelconque, l'autre, est fermée à la circulation.

26. Voies d'évitement ou de croisement.

Les voies d'*évitement* ou de *croisement* sont les portions de voie double établies, de distance en distance, sur une voie unique pour permettre le passage des cars qui se croisent.

27. Voies de garage.

On donne le nom de *voies de garage* à celles où l'on remise les véhicules au repos, mais dont on peut avoir besoin, soit pour remplacer un car avarié, soit pour augmenter le nombre des voitures en service.

Les parties de la voie principale prolongées au delà des raccordements des *terminus* et disposées pour le stationnement des cars en service, s'appellent aussi des voies de garage.

28. Voies de service.

Les *voies de service* sont celles sur lesquelles on ne transporte pas de voyageurs, et qui servent aux mouvements de l'exploitation, tels que la sortie ou la rentrée au dépôt, etc.

29. Changement de voie. Croisement.

La disposition au moyen de laquelle un car peut passer d'une voie sur une autre, se nomme un *changement de voie*, et l'endroit où les rails se coupent pour le passage des boudins s'appelle *croisement*.

30. Ce qu'on entend par zone d'un tramway.

La zone d'un tramway est la portion de la voie publique que lui assignent les règlements, et dont les Compagnies ont l'entretien.

Pour un tramway à voie simple, cette zone comprend la voie, augmentée de deux bandes latérales fixées à 0 m. 50 par le cahier des charges type. Quand il s'agit d'un tramway à voie double, la zone comprend en plus la seconde voie et l'entre-voie.

31 Division des voies de tramways.

Les tramways se divisent en deux classes :

Voies à supports en bois;

Voies à supports en métal, ou voies métalliques.

Quelque soit le type de voie que l'on adopte, il est des conditions générales auxquelles tout tramway doit satisfaire, et dont il faut tenir compte dans la construction.

32. Différence entre un tramway et un chemin de fer à travers champs.

L'assimilation que l'on cherche souvent à établir entre un tramway et un chemin de fer à travers champs est purement idéale. Le seul point commun est le mouvement des véhicules s'opérant sur la surface unie d'un rail.

La voie d'un chemin de fer n'a à supporter que les efforts résultant du passage des trains, dont la charge et la vitesse sont déterminées par la Compagnie. Elle est calculée pour le poids des véhicules qui doivent rouler dessus, et si le roulage doit la traverser, il ne peut le faire que sur certains points déterminés et installés en conséquence.

L'élasticité est un avantage pour une voie de chemin de fer appelée à être parcourue à grande vitesse par des wagons lourdement chargés.

Tous les éléments qui composent la voie, rails, attaches et traverses, peuvent être facilement réparés et remplacés. Il suffit de dégager ces différentes pièces du ballast qui les

entoure, opération qui peut se faire d'autant plus vite qu'il est facile à l'exploitation de prendre des mesures pour que les ouvriers ne soient pas dérangés dans leur travail.

Il en est tout autrement pour les tramways.

Une voie posée dans un quartier très fréquenté a plus à souffrir des poussées latérales du roulage que de la flexion produite par le passage des voitures de la compagnie.

A Londres, par exemple, à l'entrée de Whitechapel Highl street où il passe pendant les heures d'affaires plus de 8,000 véhicules, et devant la gare des marchandises de Blackfriars-Road, qui reçoit nuit et jour des chariots lourdement chargés, les voies des tramways sont plus détériorées par le mouvement auquel ne participent pas les Compagnies, que par les 630 passages de leurs cars. Avec une pareille circulation la voie ne conserve pas longtemps son écartement régulier. Dès que les rails cessent d'être parallèles, le frottement des boudins dans l'ornière augmente sensiblement ; de là une usure rapide des mentonnets et un accroissement considérable de la résistance au roulement. Le pavage ne tarde pas à s'affaisser le long des longrines. L'eau pénètre par les rigoles qui se produisent et ravine les supports, qui, n'étant plus bourrés, fléchissent et brisent les attaches qui les relient aux rails.

Pour ramener les pavés à leur niveau, il faut enlever le pavage, soulever les longrines et les bourrer à nouveau. Ces réparations exigent souvent beaucoup de temps, quand le passage des voitures s'effectue toutes les trois ou quatre minutes. Elles gênent le service de la Compagnie et la circulation publique.

A ces causes de trouble et d'interruption du service, il faut ajouter *les travaux exécutés sur ou sous la voie publique, tant par l'Administration que par les Compagnies ou les particuliers dûment autorisés.*

En cas d'interruption des voies ferrées par suite des travaux exécutés sur la voie publique, dit l'article 46 de la loi du 6 août 1881, *la Compagnie pourra être tenue de rétablir provisoirement les communications, soit en déplaçant momentanément ces voies, soit en les branchant l'une sur l'autre, soit en employant à la traversée de l'obstacle des voitures ordinaires qui puissent le tourner en suivant d'autres lignes.*

A mesure que les tramways pénètrent dans les quartiers du centre de Paris où la circulation des véhicules est très active, on s'aperçoit des dépenses de toute sorte que nécessitent l'entretien de la voie.

Tels sont les inconvénients résultant du libre usage de la voie publique.

33. Conditions principales auxquelles doit satisfaire une voie de tramway.

De ce que nous venons de dire, il est possible de déduire les conditions principales que doit remplir une voie de tramway, et dont la connaissance peut guider l'ingénieur dans une étude de ce genre.

La première est de donner à la voie une fondation solide, exempte d'humidité. Quand le sol contient de l'eau, il faut s'en débarrasser à tout prix, et prendre les mesures nécessaires pour qu'elle ne puisse y pénétrer à la suite des fortes pluies d'orage.

La seconde condition est d'avoir la même fondation pour le pavage que pour la voie. L'obligation imposée aux Compagnies d'entretenir, à 50 centimètres en dehors des rails, une zone de chaussée, leur permet d'établir entre la voie et le pavage une solidité telle que l'une ne puisse s'affaisser sans l'autre. L'élasticité nécessaire au chemin de fer est nuisible dans les tramways.

Si la chaussée cède sous le poids des lourds fardiers, elle ne se relève pas, tandis que si la voie fléchit un instant, elle ne tarde pas à reprendre sa position première. La seconde est élastique ; la première ne l'est pas. Il se forme alors ces dénivellations qui sont si nuisibles à la conservation des tramways.

Quant à la troisième condition, elle résulte de l'obligation où l'on est de bouleverser le moins possible une voie pour la réparer. Enlever des pavés, déplacer une longrine pour remplacer une attache de rails ou une éclisse de longrines, c'est beaucoup de travail pour une bien petite réparation. La voie doit être composée d'éléments simples, faciles à visiter et à réparer, qui ne nécessitent pas tous ces dérangements.

Un bon pavage est indispensable. Il faut qu'il y ait uniformité entre celui de la partie occupée par le tramway et le pavage adjacent.

Sur les voies empierrées les Compagnies remplacent par du pavage la partie de la chaussée où elles posent les rails. Le roulage ayant une tendance à quitter l'empierrement pour le pavé, les voies de tramways se trouvent plus exposées aux dégradations dans ces parties que dans les autres.

De ce que nous venons de dire il résulte que la première étude à faire pour la pose d'un tramway est celle du sol sur lequel il doit être établi. Quant au système de voie à employer, l'importance du trafic et certaines conditions particulières, qui

trouveront leur place plus loin, indiquent le choix à faire parmi ceux que nous allons examiner. Il ne faut pas perdre de vue que le rail doit être assez résistant pour que la table de roulement se conserve longtemps. Quand il n'en est pas ainsi, l'ornière se rétrécit à mesure que le rail s'use. Les boudins des roues éprouvent plus de frottement, parce qu'ils roulent dans la partie la plus resserrée de l'ornière, et ils s'amincissent au point de devenir tranchants. L'ornière s'encrasse facilement, et le moindre obstacle suffit pour faire dérailler le véhicule. Après quelques années d'exploitation, les boudins portent sur le fond de l'ornière, et la fendent suivant une section longitudinale, si l'épaisseur du métal n'offre pas assez de résistance.

34. Voies américaines.

Les premières voies de tramways posées en Amérique ont servi de modèle pour toutes celles qui ont été établies primitivement, non seulement en Europe mais dans le monde entier.

Le type américain se retrouve aux Indes, en Australie, au Japon. Pour montrer comment on est arrivé progressivement aux systèmes qui tendent à prévaloir aujourd'hui, il nous faut parler en premier lieu des voies des États-Unis.

A l'époque où l'on établit les premiers tramways on se servait encore de longrines sur les chemins de fer. Il y avait d'autant moins de raisons de ne pas adopter cette nature de support, que le prix des rails était très élevé par rapport à celui du bois, et qu'on recherchait avant tout l'économie dans la construction des tramways. Depuis, le poids des rails a sensiblement augmenté, et l'on a cependant conservé les longrines, quoiqu'on y ait renoncé depuis longtemps pour les chemins de fer à locomotives.

35. Profils des rails.

La forme des premiers rails était, ainsi que nous l'avons dit, à ornière. On donnait quelquefois à la gorge un évasement assez grand pour permettre aux roues des voitures d'en sortir facilement. Tel est le profil du rail de la huitième avenue de New-York (fig. 8). Sur beaucoup de lignes le niveau du contre-rail est sensiblement inférieur à celui du rail. Dans le modèle de Brooklyn l'écart est de 11 millimètres. Nous avons vu qu'il était de 17 millimètres dans le rail de Haarlem.

Cette disposition paraît avoir séduit les constructeurs belges,

car nous la retrouvons sur plusieurs lignes de l'intérieur de Bruxelles, et notamment sur celles de la Compagnie brésilienne. Sur le tramway de Hambourg à Wandesbecker, l'évasement est

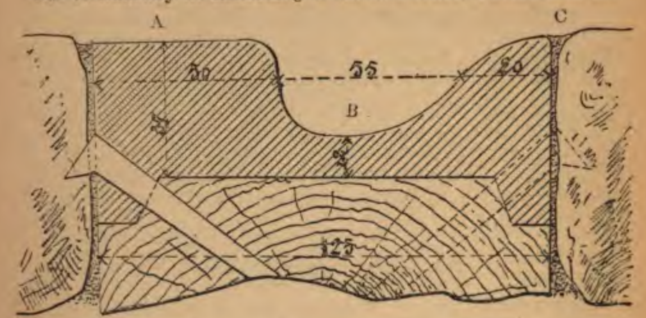


Fig. 8. — Rail de la 8ᵉ Avenue (New-York). Poids : 33 k.

plus sensible encore. Ici on s'est beaucoup plus rapproché du rail de Philadelphie que de celui de Brooklyn. (fig. 9).

Les Américains ont quelquefois resserré l'ornière pour em-

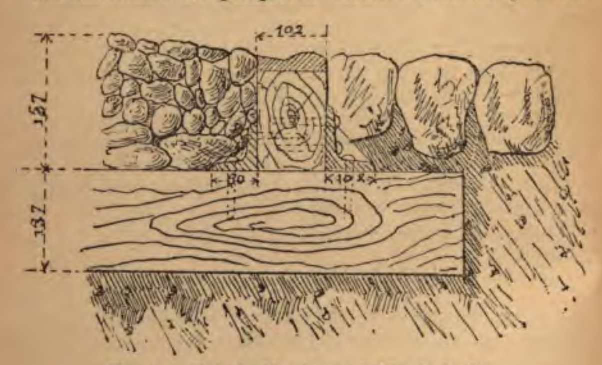


Fig. 9. — Voie de Hambourg à Wandesbecker.

pêcher les roues des voitures d'y pénétrer. C'est à un rail profilé dans ce but, et dont on lui attribue la paternité, que M. Loubat a donné la préférence, quand il a voulu se faire le propagateur des tramways en France. Toute autre forme de rail à ornière évasée n'aurait pas été acceptée à Paris,

Il en aurait été de même du rail de Philadelphie malgré les nombreux avantages qu'il présente : nettoyage facile, résistance moins grande au roulement des cars, réparations du pavage moins fréquentes et, par suite, entretien moins coûteux des voies. Mais il a les défauts inhérents au système des voies sur longrines. Les poussées latérales du roulage tendent à le faire glisser sur son support, quand il ne repose pas d'une manière solide sur la longrine ou qu'il n'est pas bien soutenu par le pavage. Le poids de la charge sur le rail, du côté affecté au roulement des cars, est mal réparti. La plus grande pression s'exerçant latéralement, la partie de longrine placée sous le bourrelet se fatigue, se mâche ; le rail tend alors à se renverser et à entraîner avec lui son attache.

On a corrigé en partie ce défaut, en reportant la charge vers le milieu, ainsi que le montre la figure 10.

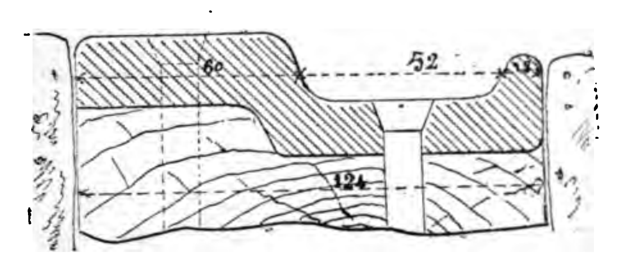


Fig.10.— Rail de Saint-Louis. Poids : 18 k. Échelle : $\frac{1}{2}$.

Quand on a commencé à employer le *Step-rail* à Philadelphie, on a placé le bourrelet à l'extérieur, comme dans toutes les voies de tramways. Mais l'expérience a démontré que le bourrelet retenait sur la partie plate l'eau, la boue et les petites pierres que les chevaux des cars et des voitures ordinaires soulèvent sur les chaussées mal empierrées. Il devenait très difficile de maintenir le rail propre, et le tirage augmentait sensiblement. En le retournant et en augmentant la largeur de la partie plate, ces inconvénients ont disparu. Les véhicules ordinaires traversent et quittent plus facilement la voie. Mais cette disposition oblige de placer les boudins des roues à l'extérieur du rail. Or, le passage continuel des chevaux des cars, joint à la traversée du roulage, affaissant peu à peu le pavage, la voie perd son écartement régulier et les boudins des roues frottent tellement contre le rail, que le coefficient de traction

augmente sensiblement ; l'usure rapide des bandages est une des conséquences de ce frottement.

Malgré ces défauts, le *step-rail* est devenu, comme nous l'avons dit, d'une application générale aux États-Unis. (fig. 11).

Le rail de la troisième Avenue (N.-Y) peut être rangé dans la catégorie des rails plats (fig. 12). Il n'est profilé que pour servir aux voitures de tramways. C'est une sorte de *Bridge-rail* à deux ailettes qui forment l'ornière. Son profil symétrique per-

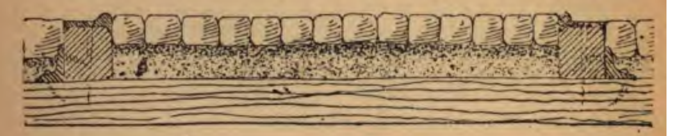


Fig. 11. — Coupe en travers de la voie de Philadelphie. Échelle $\frac{1}{25}$.

met de le retourner quand il est usé d'un côté : c'est ce qui l'a fait adopter par M. Gore, ingénieur anglais, pour les tramways de Valparaiso où le prix des rails est très élevé.

Le bord supérieur des ailettes affleurant le pavé, le bourrelet

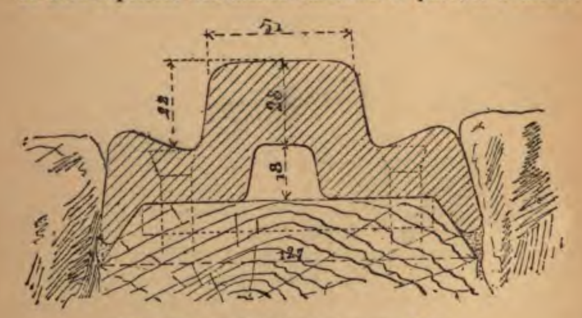


Fig. 12. — Rail de la 3e Avenue (N-Y).

du rail fait saillie sur la chaussée. A part ce défaut, qui suffirait pour le faire proscrire en Europe, le rail de la troisième avenue fait un bon service.

Le *Crescent-rail* ou rail en U renversé, dont nous avons eu occasion de parler à propos des premiers tramways de Liverpool, a été très employé aux États-Unis pour les petites lignes et surtout pour celles de banlieue. On surbaisse les pavés du côté de la voie d'au moins la hauteur des boudins. Car il

faut tenir compte de l'affaissement du rail et de l'usure de sa plate-forme de roulement. Quelquefois, le pavage est de niveau avec le sommet du rail et l'ornière est prise dans le pavé qui est entaillé.

Ce rail a le grave inconvénient de former avec le pavé une ornière trop profonde, creusée par le passage des véhicules ordinaires qui suivent la voie. Réceptacle de boue et des débris du pavé qui s'écorne, elle ne tarde pas à être la cause fréquente d'accidents.

36. Attaches des rails aux longrines et des longrines aux traverses.

Aux États-Unis, les rails ont de 18 à 24 pieds de long (5 m. 50 à 7 m. 30). On les fixe sur les longrines de différentes manières. Primitivement, on employait des broches placées sur les côtés, comme on le fait encore à Vienne, mais on leur donnait une forme recourbée (fig. 3). C'est cette dernière qu'avait adoptée M. Loubat pour son rail. Ces attaches, placées à la distance de 95 centimètres environ les unes des autres, étaient disposées de manière que celles de droite alternaient avec celles de gauche. On les a abandonnées aux États-Unis. Elles ont le grave défaut de sortir des trous ménagés dans le rail, quand le pavage en s'affaissant cesse de maintenir la tête de la broche à sa place. L'eau pénètre alors dans la longrine et le bois se pourrit.

On a tour à tour essayé des clous spéciaux ou des chevilles barbelées; puis on est arrivé à employer des tire-fond et, enfin, des boulons traversant la longrine. Les tire-fond sont encore très en usage sur les voies américaines. Dans le *Step-rail*, le tire-fond est placé dans la partie plate. Dans le rail de Saint-Louis (fig 10), il est fixé alternativement dans le bourrelet et dans le tram.

Malgré les petits talons placés sous le rail et qui se logent dans les feuillures de la longrine, le tire-fond ne suffit pas le plus souvent à maintenir le rail en place. Sur les points exposés au passage fréquent du roulage, les tire-fond finissent par prendre du jeu dans la longrine et par faire saillie à l'extérieur. La ressource d'enfoncer dans la longrine un manchon en bois pour y loger de nouveau le tire-fond est insuffisante la plupart du temps. Les ingénieurs considèrent l'usage du tire-fond dans les tramways comme un mode d'attache sur la solidité duquel on ne peut compter, et qui laisse pénétrer l'eau dans la longrine.

L'espacement des trous percés dans le rail pour recevoir les attaches est de 2 pieds (0 m. 60) ; aux deux extrémités on ménage également deux trous à 2 pouces (0 m. 05) du joint. Dans les rails de 24 pieds (7 m. 30), on compte douze trous, plus les deux percés aux bouts.

A chaque joint des rails, on place sous les deux extrémités une éclisse ou plaque en fonte ou en fer forgé, ayant 6 millimètres d'épaisseur et de 12 à 20 centimètres de longueur. Elle est percée de deux trous correspondant à ceux des bouts de rails par lesquels passent les tire-fond.

Les traverses ont 5 pouces × 6 pouces ou 12 centimètres sur 15. Leur largeur varie suivant le genre de voie adoptée. Elles débordent de chaque côté des rails de 12 pouces ou 30 centimètres.

Les traverses sont espacées de 4 à 6 pieds (1 m. 21 à 1 m. 82). Quand on n'emploie pas de longrines, l'écartement n'est plus que de 2 pieds (0 m. 60).

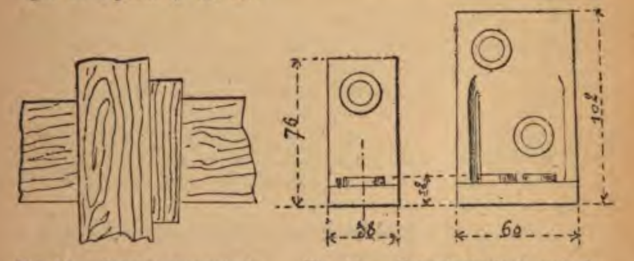


Fig. 13. — Serrage avec coin de la longrine sur la traverse.

Fig. 14. — Coussinets de la voie de Hambourg à Wandesbecker.

Les traverses sont enterrées dans des tranchées creusées dans les fondations des chaussées. Les longrines ont de 24 à 40 pieds de long (7 m. 50 à 12 m. 20). Leur largeur dépend de celle du rail. On leur donne une hauteur de 7 pouces (0 m. 17 à 0 m. 18), pour pouvoir paver sur les traverses.

Les longrines sont en pin jaune ou blanc ; elles sont équarries avec soin et profilées suivant le dessous du rail qu'elles supportent. Les traverses sont en chêne blanc ou en châtaignier ; elles sont à peine dégrossies.

On fixe les longrines sur les traverses, soit en entaillant ces dernières et en faisant le serrage à l'aide d'un coin en bois dur (fig. 13), soit en les posant simplement sur les traverses auxquelles on les fixait, à l'origine des tramways, par des chevilles en bois, des clous de charpentier, etc. Aujourd'hui, on

emploie de préférence des cornières ou des coussinets en fonte que l'on cloue sur les longrines et sur les traverses (fig. 15).



Fig. 15. — Coupe en travers d'une voie américaine en courbe. Échelle $\frac{1}{25}$.

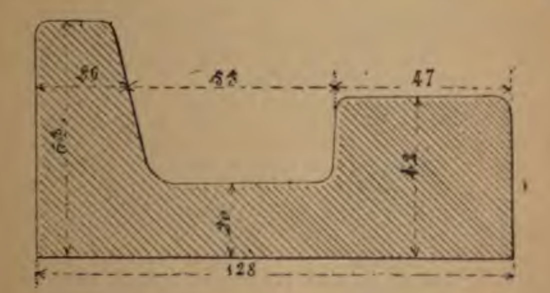


Fig. 16. — Rail pour courbe de 10 mètres. Échelle : $\frac{1}{2}$.

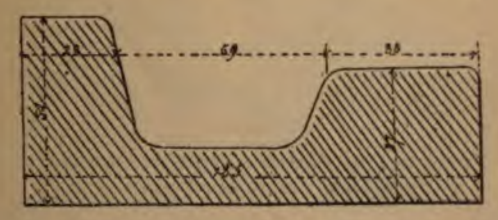


Fig. 17. — Rail pour courbe de 18 mètres. Échelle : $\frac{1}{2}$.

La même disposition a été adoptée pour le tramway d'Hambourg à Wandesbecker. Dans les parties de voie les plus expo-

sées aux poussées latérales des véhicules ordinaires, on a mis deux coussinets (fig. 9). Ces coussinets sont de grandeurs différentes ou de même grandeur, suivant les cas. Aux joints de longrines, on emploie un coussinet plus large qui remplit le rôle d'éclisse. Sauf ce cas, on ne met généralement aux États-Unis qu'un coussinet par traverse; on le place toujours à l'extérieur de la voie.

Sur quelques tramways construits avec soin, on a entaillé égèrement la traverse pour y loger le bas de longrine et on a réuni les deux supports par un long boulon à écrou (fig. 15). Dans les parties en courbes à très courts rayons, on a ajouté des coussinets qui maintiennent la voie à l'écartement. On emploie pour les courbes dont les rayons varient de 10 à 18 mètres, des rails spéciaux pour la courbe intérieure et des fers plats pour la courbe extérieure (fig. 16 et 17). Nous reviendrons sur cette disposition qui a été employée, et qui l'est encore, pour les tramways à courbes très raides.

Lorsque deux voies se coupaient à angle droit, on établissait autrefois au point d'intersection une plaque en fonte, à laquelle venaient aboutir les extrémités des rails. L'espace qui les séparait formait une sorte de plan incliné sur lequel roulait le car en quittant le rail. Cette plaque avait le grave défaut de laisser les roues sans guide quand elles la franchissaient, et d'occasionner des chocs à la voiture. Elle a été peu à peu abandonnée.

Telles sont les dispositions principales des premières voies de tramways aux États-Unis. On les retrouve en Europe, soit telles que nous venons de les décrire, soit modifiées et perfectionnées.

CHAPITRE TROISIÈME

37. Systèmes de voie des premiers tramways à Liverpool, Londres, Dublin etc.

Les premiers tramways de Londres étaient disposés comme le montre la figure 18. — Le rail était le même que celui adopté par M. G. Hopkins pour Liverpool et Birkenhead. La méthode de construction ne différait que dans la fondation. A Liverpool, on avait creusé le sol de la rue jusqu'à une profondeur de 36 centi-

mètres, pour y mettre une couche de béton de 18 centimètres d'épaisseur sur laquelle on avait placé les longrines. A Londres, on enlevait le pavé et le macadam sur une largeur égale à la zone du tramway, et sur une profondeur de 23 centimètres correspondante à la hauteur du pavé. Dans l'axe des longrines, on creusait des tranchées de 23 centimètres, que l'on remplissait de béton — ciment de Portland ou chaux hydraulique mélangé de gravier de rivière —jusqu'au niveau du sol. On plaçait de distance en distance des sabots en fonte sur ce béton; on y logeait les longrines auxquelles les rails étaient fixés par des broches verticales; on reliait les deux files par une entretoise en fer, et on procédait au pavage suivant le mode usité à Londres.

Fig. 18. — Voies des premiers tramways posés à Londres. Échelle : $\frac{1}{20}$

La section de Whitechapel, des North Metropolitan Tramways et celle de Brixton, des London Tramways, furent ainsi établies. Les rails, en fer, pesaient de 22 à 24 kilog. le mètre. Les longrines, en sapin créosoté, avaient 10 c. × 15 c. d'équarrissage. Les broches, à tête fraisée, étaient enfoncées dans l'ornière tous les 80 centimètres environ. Aux joints des rails, il en avait deux par rail pour maintenir l'éclisse bien en place. Les entretoises avaient 38 millimètres de large sur 9 d'épais

seur. Leurs extrémités, en queue d'aronde, se logeaient dans les encoches ménagées dans la fonte sur la face intérieure du sabot.

Ces entretoises avaient plus d'un inconvénient.

En premier lieu, la moindre déviation dans l'angle des tenons ou des mortaises affectait l'écartement. Puis, quand la voie était posée, les entretoises s'élevaient souvent de la hauteur du pavé; enfin, et ce n'était pas là le moindre défaut, quand un paveur rencontrait une entretoise qui le gênait pour un joint, il tranchait la difficulté en l'enlevant ou en l'enfonçant dans le sol et en pavant dessus. Il paraît que dans cette dernière position l'entretoise rendait autant de services que dans la bonne.

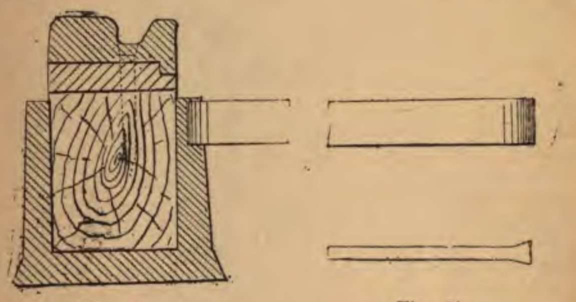


Fig. 19. Fig. 20.
Rail, Coussinets et Entretoise des premiers tramways de Londres.
Échelle : $\frac{1}{6}$.

L'entretoise n'était pas la seule partie défectueuse de cette voie.

Le rail n'avait à sa partie inférieure qu'un talon placé du côté de la voie, ce qui n'était pas suffisant pour le maintenir d'aplomb sur sa longrine. Les broches, en prenant du jeu, mâchaient le bois et finissaient par s'élever au-dessus du fond de l'ornière. Elles devenaient à la fois, gênantes pour la circulation des piétons et des animaux, et préjudiciables à la conservation des longrines en laissant l'eau, qui séjourne dans l'ornière comme dans un canal, pénétrer au cœur du bois.

Dans les sections des London Tramways construites postérieurement, on s'est servi d'un rail à deux talons, revenant ainsi à la disposition de la plupart des rails américains.

38. Modification apportée par M. Larsen à l'attache des rails.

M. Larsen, ingénieur anglais, sous la direction duquel a été posée la majeure partie des voies du Sud, à Paris, employa pour la première fois, en 1871, dans la construction des London-Street Tramways, un rail à deux talons allongés, désignés sous le nom d'*oreilles* (fig. 22). Il s'en servit également pour la pre-

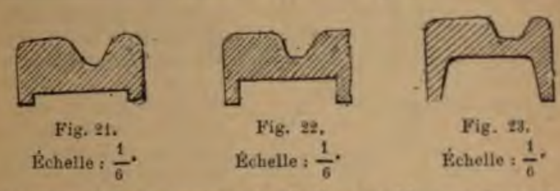


Fig. 21. Échelle : $\frac{1}{6}$.   Fig. 22. Échelle : $\frac{1}{6}$.   Fig. 23. Échelle : $\frac{1}{6}$.

mière portion du tramway de Pimlico, Peckham et Greenwich. Sans augmenter la section du rail représenté figure 21, M. Larsen avait trouvé le moyen d'accroître sa force. Son poids attei-

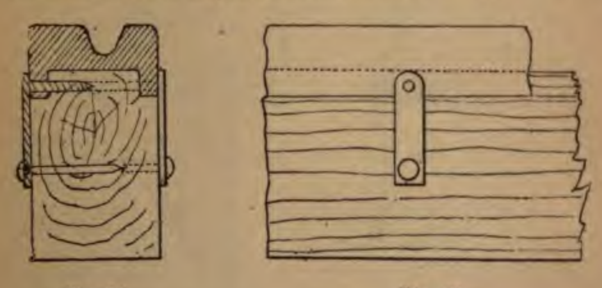


Fig. 24.   Fig. 25.

Rail et Agrafe Larsen. Échelle : $\frac{1}{6}$.

gnait 30 kilogrammes par mètre. Cet ingénieur voulait allonger le plus possible les oreilles du rail, et il arriva ainsi à leur donner de 31 à 32 millimètres. Quand il proposa de dépasser ce dernier chiffre, on lui objecta que le laminage des rails ne le permettait pas. Cependant, dans les nouveaux rails des North Metropolitan Tramways, on est allé jusqu'à 38 millimètres. Cet allongement sensible donné aux oreilles du rail,

coiffant ainsi la longrine, a permis à M. Larsen de remplacer l'attache verticale par l'attache latérale.

Cette disposition est peut-être le plus grand perfectionnement qui ait été apporté dans les voies de tramways depuis dix ans, et on peut s'étonner qu'un mode d'attache aussi vicieux que la broche ou la cheville ait duré aussi longtemps.

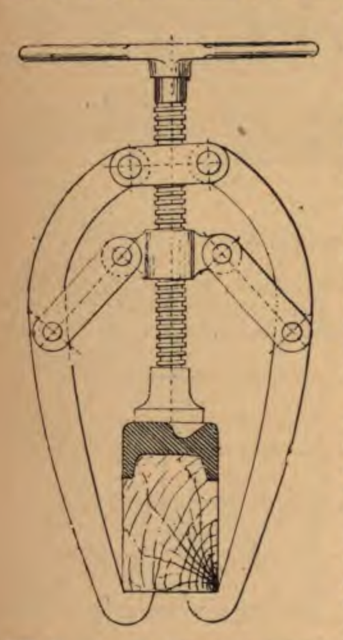


Fig. 26. Vis de serrage pour rails. Échelle : $\frac{1}{6}$.

Les figures 24 et 25 donnent une section et une élévation de ce qu'on est convenu d'appeler le *rail Larsen et ses attaches sur le côté.* Depuis que ce système a été mis en pratique par M. Larsen à Londres et à Belfast, on peut dire qu'il a été appliqué d'une manière générale tant aux voies à supports en bois qu'à celles à supports métalliques.

On profile la longrine suivant la face inférieure du rail, de manière que ec dernier la coiffe exactement ; puis on enfonce dans la longrine la partie supérieure de l'agrafe qui est ronde, au moyen d'un trou pratiqué dans l'oreille du rail, tandis que la partie plate est fixée contre le rail et son support par un ou deux clous. Pour tirer le meilleur parti possible de ce mode d'attache, il faut que le rail soit aussi adhérent que possible à la longrine. Pour cela on emploie, avant de fixer les agrafes, une vis de serrage très puissante. Cet outil, que l'on doit à M. Larsen, a été employé pour la première fois sur le tramway de Greenwich. Depuis, il est devenu d'un usage courant (fig. 26).

39. Mode d'attache des tramways de Rouen.

On a essayé à plusieurs reprises de modifier les agrafes latérales. M. Mc Neale a appliqué aux tramways de Rouen une disposition qui doit donner de bons résultats, pourvu que l'on ait soin de laisser aux pointes de l'agrafe beaucoup de jeu dans les trous des rails, afin d'éviter les mouvements de dilatation et de contraction des rails qui se produisent aux variations de la température (fig. 27 et 28).



Fig. 27. Rail de Rouen

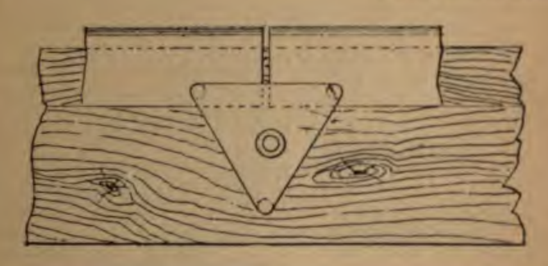


Fig. 28. — Mode d'attache des tramways de Rouen. Échelle : $\frac{1}{6}$.

40. Attache par crampons barbelés.

Dans la construction des tramways de Dublin dont il fut chargé, M. G. Hopkins perfectionna le mode d'attache latérale, en se servant de crampons barbelés, placés tous les 91 centimètres environ et à 10 centimètres du bout de chaque rail. Au lieu des deux à trois pièces dont se compose l'agrafe Larsen, il n'y en avait plus qu'une (fig. 29). M. G. Hopkins donna à l'éclisse, formée d'une plaque en fer forgé, 178 millimètres de longueur, 63 de largeur et 7 d'épaisseur. Le mode de construction fut le même que celui des premiers tramways de Londres.

En 1872, ce même ingénieur, appelé à diriger la construction d'une partie des tramways de la Clyde, employa le rail de Dublin modifié (fig. 23). L'ornière, à fond plat, était plus large et avai

31 millimètres au lieu de 28; les oreilles étaient plus allongées et le métal plus épais sous la gorge que dans les rails précédents. Il fallait que le fond de l'ornière fut en état de résister

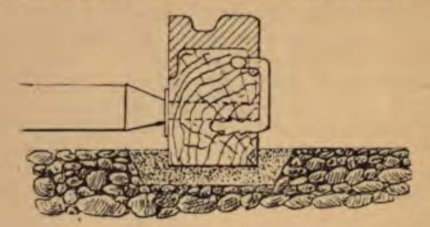


Fig. 29. — Voie actuelle des North Metropolitan Tramways.
Échelle : $\frac{1}{6}$.

au roulement des boudins des wagons de chemin de fer qui devaient passer sur la voie.

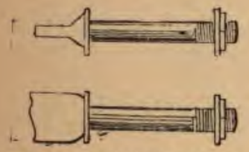
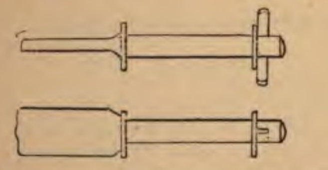


Fig. 30. Extrémité d'entretoise avec boulon.

Le rail de la Clyde, très peu modifié, a été employé à la reconstruction des North Metropolitan Tramways. Il est en acier et pèse 30 kilog. le mètre comme le précédent. Les sabots en fonte ont été abandonnés, et aujourd'hui l'entretoise, terminée à ses extrémités comme le montre la figure 29, traverse la longrine.





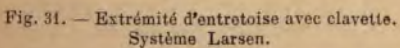


Fig. 31. — Extrémité d'entretoise avec clavette. Système Larsen.

Fig. 32.

L'écrou du côté extérieur fait peu de saillie pour ne pas gêner dans la pose des pavés. Une petite tranchée de 12 centimètres a été creusée dans celle sur laquelle reposaient autrefois les longrines et on l'a remplie de béton fin. Enfin, on a

placé une plaque de sapin sous les joints des longrines. La figure 29 donne la disposition adoptée par M. G. Hopkins. La nouvelle voie des North Metropolitan Tramways paraît bien se comporter jusqu'à présent.

41. Entretoise des London Street Tramways.

L'entretoise des North Metropolitan Tramways diffère de celle dont s'est servi M. Larsen pour les London Street Tramways, et qui a été employée plus tard à Paris, ainsi que que nous le verrons plus loin, après avoir reçu quelques modifications.

L'entretoise est un fer plat de 4 à 5 centimètres de hauteur, A l'une de ses extrémités elle traverse la longrine et se termine comme le montre la fig. 31; le serrage s'opère au moyen d'une clavette. A l'autre bout, elle est fendue horizontalement en deux parties formant branches et retournées à angle droit, l'une à droite et l'autre à gauche; les branches sont clouées ou boulonnées sur la longrine (fig. 32).

Dans les tramways de Liverpool, comme dans ceux de Dublin, on a adopté pour les courbes le procédé américain qui consiste à donner un trait de scie vertical à la longrine, et à y chasser un coin jusqu'à ce qu'elle prenne la courbure voulue.

Qnand le rayon était petit, on se servait de longrines de longueur assez réduite pour former la courbe le mieux possible.

Le système de voie sur longrines avec entretoise se retrouve dans beaucoup de villes d'Angleterre. Nous citerons entre-autres, Edimbourg et Dundee.

42. Voie d'Édimbourg.

Le rail d'Edimbourg est à deux talons; il pèse 26 kilogrammes le mètre courant. Son ornière est à fond plat et à revers inclinés; elle a 32 millimètres de largeur à la sortie. Le rail est fixé à la longrine par des boulons, affleurant le fond de l'ornière. La base des longrines est au niveau de celle des pavés; elles reposent sur une couche de sable qui recouvre un lit de béton. Tous les 1m, 80, des entretoises en fer, recourbées en sens inverse au contact des longrines et boulonnées sur elles, maintiennent la voie à l'écartement. Les longrines sont en sapin rouge créosoté.

43. Voie de Dundee.

A Dundee, on a suivi le plan adopté en 1873 par M. G. Hopkins. Le poids des premiers rails ne dépassait pas 17 kilog.;

on l'a porté depuis à 30 kilogrammes. L'ornière était également à fond plat et à revers inclinés ; sa largeur à la sortie atteignait 33 millimètres

Les travaux ont été dirigés par M. William Mackinson, ingénieur, auquel on doit une voie de tramways sur longrines métalliques à large base, dont la nouveauté consiste dans le mode d'attache du rail à son support.

44. Voie de Wirral.

Un autre tramway à entretoises est celui de Wirral, construit en 1873 sous la direction de M. Charles Beloe.

La voie se compose de rails en acier du profil ordinaire, pesant 26 kilogrammes. Ils sont fixés à des longrines ayant 10 c. × 15 c., par des crampons à branches inégales, dont la plus grande, celle du bas, est terminée en pointe. Les longrines sont logées dans des tranchées de 305 millimètres de large, remplies de béton, et à 75 millimètres du fond. Aux joints elles reposent dans des coussinets en fonte, traversés par une entretoise en fer qui s'appuie par un épaulement sur la face intérieure en pénétrant dans la longrine, et que l'on serre du côté extérieur au moyen d'un écrou.

Entre deux coussinets consécutifs, les longrines sont reliées par trois entretoises intermédiaires qui les traversent, et sont boulonnées extérieurement.

45. Voie de Pimlico, Peckham et Greenwich.

Beaucoup de voies de tramways en Angleterre ont été à l'origine construites sur traverses, comme les voies américaines. Nous citerons notamment le tramway de Pimlico, Peckham et Greenwich.

Dans la section établie sous la direction de M. Kincaid, on s'est servi du rail ordinaire des London Tramways fixé aux longrines par des chevillettes ; les longrines et les traverses en sapin créosoté, avaient les mêmes dimensions. On creusait le sol à 30 ou 40 centimètres de profondeur, on plaçait les traverses, puis les longrines qu'on fixait aux traverses par des équerres en fonte, avec nervure, clouées ou chevillées et posées seulement à l'extérieur de la voie. Aux joints des longrines on se servait d'équerres de largeur double, et on en plaçait deux par file de rails, l'une à l'intérieur et l'autre à l'extérieur pour l'éclissage. Dans les courbes les équerres étaient posées comme le montre la figure 15, afin de contrebalancer les effets de la

force centrifuge. C'était, on le voit, la même disposition qu'aux États-Unis.

Dans une des sections des tramways de Greenwich, M. Larrieu a employé son rail à oreilles et son système d'attaches latérales (fig. 33).

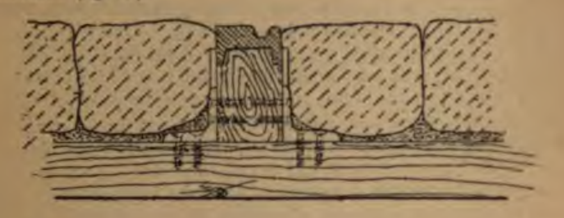


Fig. 33. — Tramways de Pimlico et Greenwich. Échelle : $\frac{1}{12}$.

46. Inconvénients des équerres pour le pavage.

Les ingénieurs anglais reprochent aux équerres de nécessiter l'entaille des pavés du côté où elles les touchent, afin d'assurer le contact entre la face supérieure de la pierre et le rail. Le



Fig. 34. — Voie actuelle des Tramways de Glasgow. Échelle : $\frac{1}{8}$.

pavé a alors une forme plus ou moins pyramidale et, posé sur sa base, il a une tendance à basculer. Il en résulte que, de distance en distance, il y a le long du rail un pavé déplacé qui donne à la voie un aspect irrégulier et laisse l'eau filtrer jusqu'aux fondations.

47. Voies de Glasgow.

Les tramways de Glasgow sont également établis sur traverses (fig. 34).

Les premières sections posées en 1872-1873 diffèrent de celles qui ont été établies il y a cinq ans. Le rail n'avait qu'un talon très saillant, placé sous l'ornière et qui pénétrait dans la longrine. Ce profil lui donnait une grande stabilité et le renforçait dans sa partie faible qui est, le dessous de l'ornière.

Il était fixé à son support par un boulon qui le traversait verticalement. Une fois le serrage opéré, on clouait sur les côtés une sorte d'agrafe latérale qui devait empêcher l'écrou de tourner. Cette disposition n'a pas été conservée longtemps. Les longrines reposaient dans des coussinets en fonte, à large semelle, qui étaient fixés sur les traverses par des chevillettes. La voie était solidement posée sur béton.

Dans les dernières sections construites, on a employé un rail en fer, à oreilles prononcées, du poids de 30 kilogrammes. Il est fixé sur la longrine par des crampons barbelés, placés en quinconce et espacés, sur un même côté, de 45 centimètres (fig. 34). La distance entre les traverses est de 1 m. 117; dans le voisinage des joints de rails elle est réduite à 60 centimètres. Les longrines ont 10 centimètres $\times$ 15 centimètres d'équarrissage et 7 m. 30 de longueur. Dans les courbes, cette dernière dimension n'est plus que de 4 m. 25. Elles sont maintenues dans les coussinets par des chevilles en chêne comprimé, sciées au ras des joues.

Traverses et longrines sont en sapin rouge créosoté.

La fondation se compose d'un lit de gros béton qui affleure la face supérieure de la traverse, d'une couche de béton fin de 20 centimétres environ, et de sable sur lequel on pose les pavés.

48. Nouvelle voie de Liverpool.

Les tramways de Liverpool ont été reconstruits, en 1875, d'aprés le système de M. Deacon, qui diffère essentiellement de ceux des autres villes (fig. 35).

Sur la ligne circulaire intérieure, qui est en communication avec toutes les lignes suburbaines, on a employé un rail en acier, du poids de 30 kilogrammes, ayant son ornière au centre. Les roues des cars portent leur boudin au milieu du bandage.

Pour poser la voie, on a creusé la surface entière de la chaussée jusqu'à une profondeur de 39 centimètres; on a étendu un lit de béton formé de ciment de Portland sur toute la longueur : c'est sur ce lit que les longrines ont été placées.

Le mode d'attache consiste en un boulon traversant la longrine, et pénétrant jusqu'à 18 centimètres environ dans la fondation. Il porte à sa partie supérieure un œil dans lequel on fait passer transversalement une broche en fer, et à la partie inférieure une tête qui s'appuie sur une rondelle en fonte de 15 centimètres, noyée dans le béton avec la partie en fer du boulon.

Au-dessous de la longrine, le boulon est composé de deux



Fig. 35. — Nouvelle voie de Liverpool : Système Deacon. Échelle : $\frac{1}{8}$.

parties concentriques réunies par un écrou double à filets contrariés, qu'on peut tourner par une ouverture pratiquée dans la longrine, et qui permet de serrer le support entre le rail et la fondation.

Les longrines sont en sapin rouge créosoté ; elles ont 82 millimètres sur 150. Leur longueur est de 5 m. 52 et de 7 m. 35. Dans les courbes elle n'est plus que de 1 m. 85; on les débite dans la bille suivant la courbure demandée. La face supérieure est profilée pour recevoir les rails; ceux-ci ont la même longueur que les longrines. Pour assurer entre les deux un contact aussi complet que possible, on se sert de coaltar dont on enduit le bois et l'acier.

La surface totale d'appui de chaque côté de la table de roulement est de 57 millimètres.

Pour les lignes suburbaines, M. Deacon s'est servi d'un rail du profil à T, ayant sous l'ornière une âme centrale très prononcée. Il est, comme le précédent, relié au béton par des boulons verticaux traversant la longrine. et maintenu dans la gorge au moyen d'écrous en bronze phosphoreux. Le poids de ce rail est de 21 kilogranmes par mètre.

49. Voie de MM. Alfred et Spielmann.

Quoiqu'on ait essayé en Angleterre plusieurs profils de rails de tramways pouvant se retourner, le seul système en usage est celui de MM. Alfred et Spielmann, dont plusieurs kilomètres

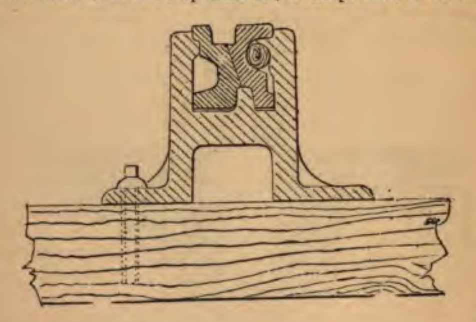


Fig. 36. — Voie de MM. Alfred et Spielmann. Échelle : $\frac{1}{8}$.

ont été posés pour le compte des London Tramways. On pourrait le classer parmi les systèmes métalliques; bien qu'on ait fait porter le rail, dans la plupart des cas, sur des traverses en bois, il peut tout aussi bien s'appuyer sur des traverses en fer. Ce rail est laminé en deux moitiés dont chacune peut être retournée. La plate-forme de roulement et l'ornière peuvent être modifiées suivant les besoins de la ligne à établir. Les deux parties du rail sont posées tous les 91 centimètres sur des coussinets en fonte, auxquels elles sont fixées par des coins en bois, et c'est par des chevilles, également en bois, que les coussinets sont attachés aux traverses. Le poids du rail est de près de 31 kilogrammes par mètre, et celui du coussinet de 12 kilogrammes environ (fig. 36).

Le principal mérite de ce système est de ne pas nécessiter le percement des rails, et, par conséquent, de dispenser de l'usage des agrafes. Mais, en revanche, on lui reproche d'obliger à entailler et à dresser, à chaque coussinet, les pavés en contact avec le rail.

La voie de MM. Alfred et Spielmann a été adoptée pour le renouvellement des London Tramways. Elle a été, en outre, choisie pour les voies ferrées de Brême (16 kilomètres), de Bucharest (8 kilomètres), de Madrid (3 kilomètres), etc.

50. Voie Livesey.

Le premier tramway construit avec des supports métalliques fut posé, en 1870, à Buenos-Ayres, d'après un brevet pris par

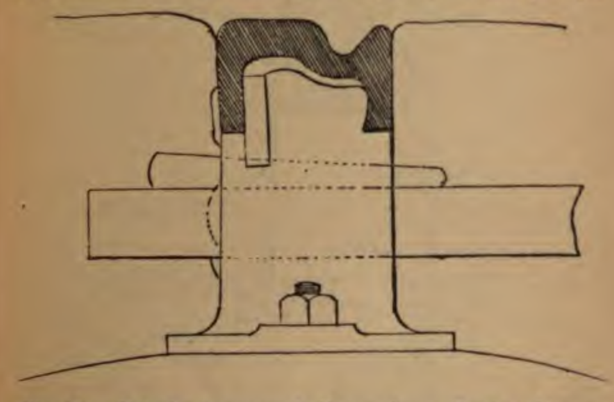


Fig. 37. — Voie des tramways de Buenos-Ayres. Système Livesey

M. Livesey en 1869. Deux types de voie sont en usage sur les lignes de la ville et de la banlieue. Le premier (fig. 37) se compose d'un rail en acier pesant 20 kilogrammes au mètre courant, et qui offre cette particularité d'être évidé sous la table de roulement. Les côtés sont laminés pour pouvoir s'assembler en queue d'aronde avec le support, et, au moyen d'une clef en fer formant coin, le rail est solidement maintenu sur la longrine. Tout déplacement, dit l'inventeur, est impossible ; il n'y a de trous percés dans le rail qu'à ses extrémités pour laisser passer un boulon. Les coussinets sont espacés de 91 cen-

timètres. et boulonnés sur une plaque de fondation cintrée de 1 m. 37 de longueur sur 15 centimètres de large et 63 millimètres d'épaisseur. Aux joints, on place un coussinet sur lequel on boulonne les rails. Le poids total du métal, par kilomètre de voie, est de 73 tonnes environ (fig. 38).

Pour les voies suburbaines, M. Livesey se sert d'un rail Vignole, dont le patin n'est pas symétrique (fig. 38). Le plus grand côté détermine la profondeur de l'ornière, et forme un épaulement solide pour les pavés, tandis que du petit côté le bourrelet du champignon s'appuie contre les pavés, Le poids total de cette voie est d'environ 71 tonnes.

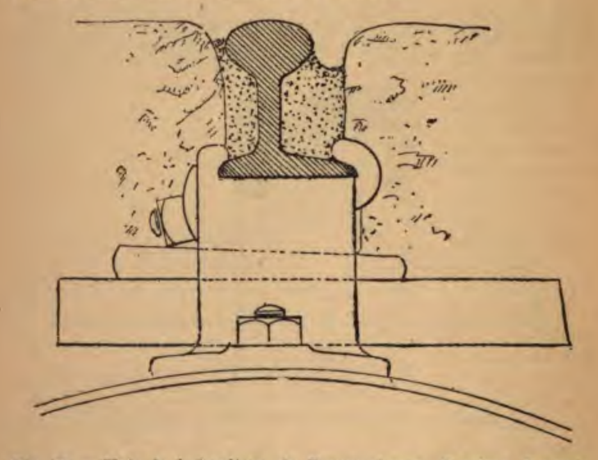


Fig. 38. — Voie de la banlieue de Buenos-Ayres. Système Livesey.

Dans ces deux types une entretoise en fer, que l'on serre à l'aide de clavettes, maintient la voie à l'écartement,

51. Voie Cockburn Muir.

Le système de M. Cokburn Muir, appelé *Bloc-Sleeper* ou *Bloc-Traverse*, se compose de coussinets en fonte supportant un rail en forme de T. Ces coussinets sont des sortes de pyramides oblongues à coins arrondis, ayant dans l'axe longitudinal une fente pour y loger le rail. Celui-ci est maintenu sur son support, d'un côté par un coin en fonte de la même longueur que

le bloc et placé sous la table de roulement, et de l'autre par une nervure à la base du contre-rail se logeant dans une ouverture ménagée dans la fonte. La surface des blocs est striée pour éviter le glissement des chevaux. La distance de centre à centre des coussinets est de 1 m. 07, mais, en réalité, le porte-à-faux est réduit à 0 m.79.

Le poids total de cette voie avec des rails en fer de 15 kilogrammes est de 71 tonnes par kilomètre. Comme celle de Livesey, elle est très employée dans l'Amérique du Sud. Il est à remarquer que ni l'une ni l'autre n'ont été appliquées en Angleterre.

52. Voie Ransome et Rapier.

Le tramway en fonte des quais de Glascow, établi par MM. Ransome et Rapier, d'après leur brevet, a été étudié spécialement en vue d'un trafic important. Les blocs, qui ont une longueur de 1 m. 52, ont la face supérieure coulée en coquille et striée. Ils reposent sur un fort lit de béton qui sert en même temps au bourrage, Le poids des blocs est de 201 tonnes par kilomètre.

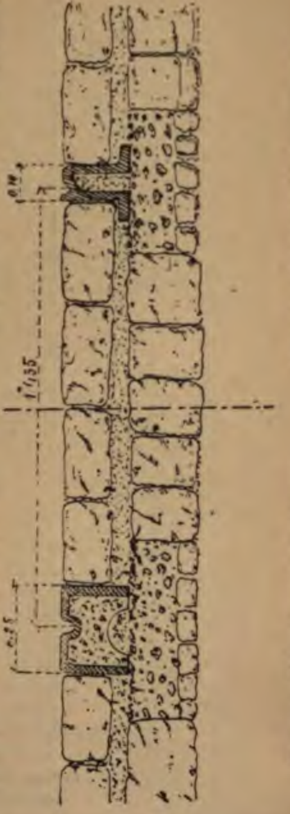


Fig. 40. Voie des quais de Newcastle.

Fig. 39. Voie des quais de Glasgow.

Un rail quelque peu semblable, ayant en section la forme d'un H, a été posé sur les quais de Newcastle. Il a été fondu par longueur de 2 m. 74 (fig. 39 et 40).

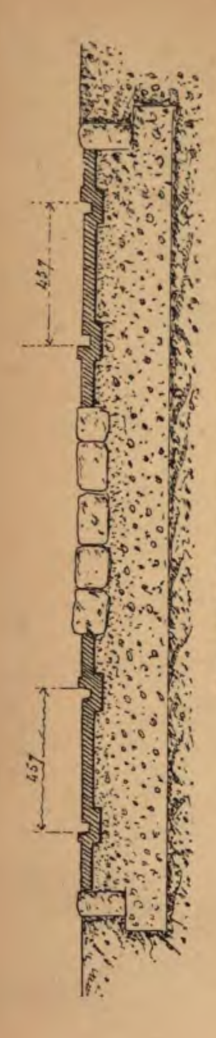


Fig. — 41. Voie des ateliers de Chatam.

53. Tramway de l'arsenal de Chatam.

On a posé dans l'arsenal de Chatam, pour le service des ateliers, un tramway en fonte où la traction se fait à l'aide de chevaux ou de machines. Voici les traits caractéristiques de cette voie en miniature (fig. 41) : plaques en fonte ayant 1 m. 82 de long sur 0 m. 81 de large et 0 m. 38 d'épaisseur; largeur de voie de 0 m. 457 et d'entrevoie de 1 m. 10; surface des plaques striées. Les plaques pèsent 480 kilogrammes, soit 262 kilogrammes le mètre de voie simple.

Ce tramway, sur lequel M. Vignes a donné d'intéressants détails dans son *Étude technique sur le chemin de fer du Festiniog*, rend de très grands services à l'arsenal de Chatam (fig. 41).

54. Voie Dowson.

MM. Dowson sont les auteurs d'une voie sur longrines en fonte de 91 centimètres, posées de manière à former un support continu pour les rails. Un jeu suffisant aux joints permet d'employer les mêmes longrines dans les courbes les plus raides. Les rails ont deux petits talons rentrant légèrement et embrassant bien les bords supérieurs des supports. Un coin intercalé entre ces rebords et le rail assure son assiette sur les longrines.

Les rails ne faisant pas saillie sur leur appui, on peut paver facilement et régulièrement le long du rail. Près de 18 kilomètres de voie

de ce genre ont été posés par MM. Dowson dans les rues de Madras, et ils se sont bien comportés.

55. Voie Kincaid.

En 1872, M. Kincaid prit un brevet pour une voie métallique de tramway qu'il employa pour la première section des voies ferrées de Leeds, puis, bientôt après (1873), pour celles de Sheffield. Depuis cette époque, le système de cet ingénieur est devenu tellement en faveur qu'il a été adopté dans quatorze villes d'Angleterre, sans compter celles d'Australie et des colonies anglaises

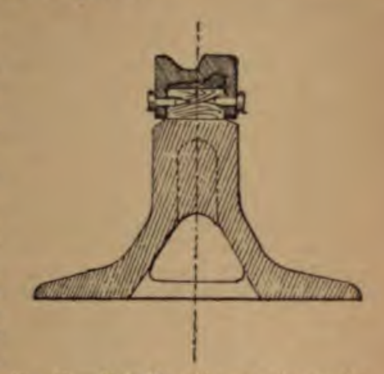


Fig. 42. — Voie Kincaid avec rail ordinaire. Échelle : $\frac{1}{8}$.

Ce rail a subi différentes modifications. Aujourd'hui, il se présente sous deux formes : celle à double talon et celle à âme centrale (fig. 42 et 43).

Le premier est laminé avec une ornière et un contre-rail strié ; mais il est cintré sous la table de roulement, ce qui économise du métal sans lui enlever de la force. La table de roulement est plate et légèrement inclinée vers le centre, de sorte que le contact de la roue et du rail est concentré sur le bord. Les parois de l'ornière sont inclinées ; la pente est plus sensible du côté du contre-rail que de l'autre. Dans la tête des

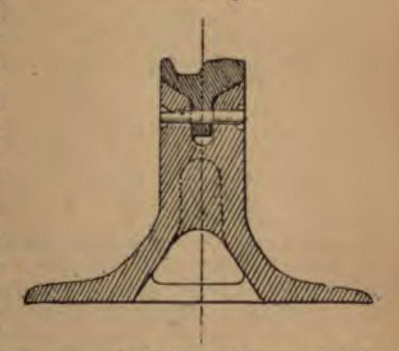


Fig. 43. — Voie Kincaid avec rail à T. Échelle : $\frac{1}{8}$.

coussinets on chasse des tampons en bois, dans lesquels on enfonce, par les trous ménagés dans les oreilles du rail, de petites chevillettes qui forment l'attache. La base des coussinets est rectangulaire ; elle a 355 millimètres sur 300. Le dessous est évidé pour permettre le bourrage du béton.

On creuse des trous à chaque place où doit être placé un coussinet et on les remplit de béton, qui forme ainsi un bloc solide autour des supports. On place une couche de béton sous les rails entre les coussinets, pour les préserver de l'action de l'eau. Un lit de gravier fin est répandu sur toute la surface de la voie qui doit être pavée.

Le rail à âme centrale, en acier, pèse 23 kilog. 5 par mètre. Sa face supérieure est semblable à celle du rail à double talon. L'attache a lieu au moyen d'une clef en fer, au lieu de chevillettes en fer et de tampons en bois. Le rail de 23 kilog 5 de la fig. 43 est considéré comme assez fort pour un trafic important, quoiqu'on en ait laminé jusqu'à 25 kilogrammes, tandis que pour les lignes suburbaines son poids descend à 20 kilogrammes, et même au-dessous.

Pour les chemins de fer sur routes, où l'ornière n'est pas nécessaire, M. Kincaid recommande un rail à T du poids de 15 kilog. 2. Un prolongement des tramways de Bristol a été posé avec un rail à âme centrale, et, pour lui permettre de résister au mouvement très actif du roulage, on a répandu du béton, non seulement sous les rails et les coussinets, mais sous toute la voie.

M. Kincaid a ajouté tout récemment à ses brevets celui d'un support spécial étudié au point de vue d'un très fort trafic, et qui donne en même temps un appui uniforme et solide aux pavés voisins du rail. La base de ce coussinet est plus longue que celle du coussinet ordinaire, et son poids a été porté à 47 kilogrammes.

Avec des rails de 23 kilog. 1/4 et les coussinets intermédiaires et de joint pesant chacun 20 kilog. 4 et 27 kilog. 2, la quantité de métal nécessaire pour 1 kilomètre de voie du système Kincaid peut être évaluée à 102 kilog. environ.

56. Voie Barker.

Les tramways de la corporation de Manchester ont été construits, par l'ingénieur de la ville, M. Lynde, d'après le système Barker qui a été appliqué depuis à plusieurs lignes de banlieue. Le rail, qui ressemble beaucoup à celui de M. Kincaid, emboîte complètement le coussinet. Celui-ci est évidé en

dessous. Sa base est de 30 centimètres et sa longueur de près de 90 centimètres. Le rail porte ainsi dans toute son étendue. Il est fixé sur le coussinet par des clefs en fer. Avant de l'attacher sur son support, on enduit sa face inférieure de coaltar. Dans les courbes, pour éviter des modèles spéciaux, on fond des coussinets plus courts. Un lit de 5 centimètres de gravier fin est répandu dans toute la partie réservée au pavage; les pavés sont, en outre, enduits de poix et de créosote.

Le poids du métal de la voie Barker est de 114 tonnes par kilomètre.

Pour les lignes suburbaines, M. Barker emploie un rail plus léger — 17 kilogrammes — et le poids du support n'est plus que de 40 kilogrammes au lieu de 62.

Comme dans la voie Kincaid, les files de rails sont main-

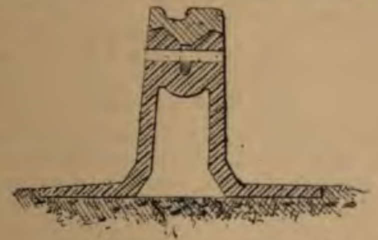


Fig. 44. — Voie Barker. Échelle : $\frac{1}{8}$.

tenues à l'écartement par des entretoises en fer plat à clavettes.

57. Voie Winby et Lewik.

Pour les tramways de Nottingham, on s'est servi du système breveté de Winby et Levick, dit à *support continu*. Le rail, en effet, repose dans toute son étendue sur une plaque de fondation ayant 30 centimètres de largeur et 6 millimètres d'épaisseur, à laquelle il est fixé par deux boulons à clavette. La voie est maintenue à l'écartement par des entretoises rondes et boulonnées sur le rail. Les inventeurs ont choisi le profil du rail Vignole. Le contre-rail est laminé à plat, et retourné ensuite pendant qu'il est chaud pour former la gorge. L'éclissage n'offre rien de particulier. Il faut avoir grand soin, en posant la voie, d'alterner les joints. La plaque de fondation repose sur le fond

de l'excavation, et les pavés qui avoisinent le rail portent dessous. L'espace entre les rails et les pavés est rempli de béton. Le poids du rail en acier est, par mètre, de 35 kilog. 5,et celui de la plaque en fonte de 15 kilogrammes, en sorte que le poids total de métal qui entre dans la voie Winby et Levick, est, par kilomètre, en y comprenant les entretoises, les boulons et les éclisses, d'environ 134 tonnes (fig. 45).



Fig. 45. — Voie Winby et Levick. Échelle : $\frac{1}{8}$.

58. Voie Gowan.

Une portion des tramways d'Édimbourg a été reconstruite avec e rail-poutre de M. Gowan, qui ressemble beaucoup à celui de MM. Winby et Levick (fig. 46). Toutefois, on ne se sert pas de

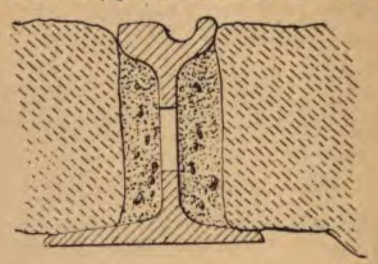


Fig. 47. — Voie Gowan. Échelle : $\frac{1}{6}$.

plaque de fondation pour le système Gowan, dont le rail offre cette particularité, d'être percé de distance en distance d'ouvertures destinées a laisser passer le bèton. Le tout forme une voie solide, mais coûteuse à cause du profil du rail, et qui a, de plus, le défaut grave d'obliger a bouleverser la fondation lorsqu'un rail doit être changé.

59. Prix de revient des voies de tramways en Angleterre.

On peut évaluer, très approximativement, aux chiffres qui suivent, le prix d'un kilomètre de voie simple des principaux systèmes que nous venons d'examiner :

Voie ordinaire sur longrines et traverses.	Fr.	17.900
Voie Alfred-Spielmann.		17.100
Voie Kincaid (Bristol).		17.610
Voie Winby et Levick.		24.100
Voie Mackinson.		24.200
Voie Gowan.		27.300
Voie Barker.		25.700

Ces prix ne comprennent pas les dépenses pour travaux et fournitures de béton, de pavage, etc., qui coûtent de 31.000 à 32.000 francs par kilomètre.

De toutes les voies que nous avons passées en revue, la plus économique à établir et à entretenir est celle de MM. Alfred et Spielmann. Après elle vient la voie Kincaid. La voie Gowan est la plus chère; elle ne paraît pas avoir reçu jusqu'à présent beaucoup d'applications en Angleterre.

60. Résistance des rails anglais à la flexion.

Un rail du profil ordinaire pour tramways est naturellement moins résistant à la flexion qu'un rail Vignole de même poids, et leur résistance est dans le rapport de 1 à 2. D'après les expériences faites par M A. Wilkinson Jones, un rail en acier du profil ordinaire, de 27 kilogrammes, posé sur des appuis espacés de 91 centimètres, supporte pendant 5 minutes un poids de 6 tonnes au centre sans en éprouver de flexion permanente. On obtient le même résultat avec le rail en acier à double oreille de Kincaid, qui ne pèse que 18 kilog. 5 environ, soit 8 kilog. 5 de moins par mètre. Ceci semble prouver que l'évidement sous la table de roulement fortifie le rail Kincaid au lieu de l'affaiblir. Les deux rails essayés sous une pression de 7 tonnes ont fléchi de 1 mil., 016. Mais dans la pratique actuelle ni l'un ni l'autre ne sont exposés à un essai aussi rigoureux, car le rail de 27 kilogrammes est soutenu par des longrines en bois, et la distance entre les appuis dans le système Kincaid n'est que de 82 centimètres. Avec le rail à âme centrale on obtient un accroissement de force. Celui qui a été posé à Bristol, du poids de 22 kilogr. 7 et d'une épaisseur au centre

de 82 millimètres, a pu supporter un poids de 13 tonnes, avec des appuis de 91 centimètres, sans montrer de flexion permanente. Le rail Barker, de 20 kilogrammes, essayé aux aciéries de Barrow, a fléchi de 0 mill., 762 environ sous une charge de 3 tonnes 1/2, quoique reposant tous les 91 centimètres sur des appuis. Ce résultat est dû à ce que dans le rail Barker la plus grande partie du métal est dans la tête. Le rail à âme centrale, tel qu'il a été projeté par M. Kincaid pour les lignes suburbaines, avec la face inférieure unie et une hauteur de 80 millimètres, est calculé pour pouvoir porter au moins 5 tonnes entre des appuis de 91 centimètres, sans subir aucune flexion. Enfin, le double rail de MM. Alfred et Spielmann, essayé par M. Kirkaldy sur des appuis de 1 m. 06, a fléchi de 1 millimètre sous un poids de 4,530 kilogrammes. Avec des appuis tous les 91 centimètres et sous une charge de 7,254 kilogrammes, le résultat serait le même. On peut dire du rail de MM. Alfred et Spielmann qu'il est capable de supporter un poids de 7 tonnes sans flexion permanente.

61. Fondations et pavage.

Les ingénieurs anglais attachent, avec raison, une grande importance aux fondations et au pavage d'un tramway. Dans la pose des voies, faite avec soin, lorsqu'on se sert de ciment de Portland ou de béton mélangé de bitume, on l'étend sur toute la largeur de la rue comme on l'a fait à Liverpool ou, tout au moins, sur toute la zone du tramway, soit sur 45 à 50 centimètres en dehors des rails. L'épaisseur de la couche n'est pas inférieure à 15 centimètres ; souvent même on lui en donne 17. Après avoir garni le fond de la chaussée, il faut avoir bien soin de ne procéder à la pose des longrines et au pavage, qu'après avoir laissé au mélange le temps de sécher. Il faut deux ou trois semaines pour cela. La couche de sable et de gravier ne doit pas avoir plus d'épaisseur qu'il n'en faut pour servir de lit aux pavés. Cette couche n'est pas destinée à drainer l'eau, attendu qu'elle ne doit pas pénétrer par les joints, mais à maintenir les pavés au niveau de la chaussée, et à leur donner une assiette solide en les faisant reposer sur une surface bien unie.

On a essayé en Angleterre toutes sortes de pavage pour les tramways : en bois, en asphalte, en fonte même comme aux États-Unis, etc. Aucun n'a donné de meilleurs résultats que celui en granit. A Manchester, une des villes es mieux pavées

de l'Angleterre, les tramways ont le même pavage que les chaussées des rues. Il se compose de pavés ayant 75 millimètres sur 150, posés sur un lit de gravier fin et jointoiés avec un mélange de brai et de créosote, qu'on fait bouillir pendant une heure ou deux dans une chaudière spéciale avant de l'employer. D'après l'ingénieur de la Ville, les rails et les pavés ont été placés parfaitement de niveau à l'origine, et ils n'ont jamais coûté un *penny* d'entretien. Après trois ans de service, ils étaient en aussi bon état que le premier jour. Et c'est là, ajoute M. Lynde, une chose essentielle, car l'entretien du pavage constitue une des plus lourdes charges des tramways. De l'avis de plusieurs ingénieurs très compétents, les tramways de Manchester sont les mieux établis non seulement de l'Angleterre mais, vraisemblablement, du monde entier.

A Nottingham, MM. Winby et Levick ne se sont pas servis de béton pour leur voie, mais de ciment de Portland mélangé à du sable, dans la proportion de 1 pour 5; ils en ont mis entre le rail et les pavés adjacents. L'adhérence du mélange a été si complète qu'après deux ans d'exploitation, ayant eu à enlever un rail, on a eu beaucoup de peine à le débarrasser du ciment.

62. Succès des voies métalliques en Angleterre.

Les voies de tramways en Angleterre sont, comme on vient de le voir, dans une période de transformation. Aux voies sur longrines et sur traverses en bois empruntées aux Américains, on essaie de substituer les voies métalliques, soit à supports continus comme celle de Barker, soit à supports isolés comme celle de Kincaid, soit, enfin, sans aucun support, comme celles de Winby et Levick, de Gowan, etc.

Cette tendance des ingénieurs anglais prouve que les voies métalliques ne sont pas d'un roulement aussi dur et aussi sonore que le prétendent leurs adversaires. Le béton, dont on bourre le dessous des supports et qui sert de base au rail isolé, absorbe, dit-on, les vibrations du métal. Mais sur la voie Broca posée, à Paris, dans un quartier très fréquenté, on ne remarque pas la moindre sonorité, quoiqu'il n'y ait ni support, ni béton, et que le rail repose directement sur le sol. Cette voie se comporte mieux que ses similaires en bois, et le public est loin de s'en plaindre.

63. Progrès dans la construction des voies de tramways

Presque tous les rails de tramways se font aujourd'hui en acier, et leur poids a été sensiblement augmenté depuis quelques années. Comme on tient à avoir un pavage bien en contact avec le rail, on évite le plus possible la saillie des attaches sur les côtés. L'ornière a été heureusement modifiée ; elle est, généralement, à fond plat et à parois inclinées, surtout du côté du contre-rail. Enfin, on s'attache à avoir des voies *impérissables*. Il ne s'agit pas de se préoccuper de ce que coûtera un tramway à *construire*, disait récemment le président d'une conférence d'ingénieurs anglais, mais de ce qu'il coûtera à *entretenir*. Au point de vue de la traction mécanique qui, d'un moment à l'autre, peut se substituer aux chevaux, un tramway doit être d'une solidité à toute épreuve, et la question de prix de revient est tout à fait secondaire, attendu que la voie n'entre dans la dépense totale que pour un cinquième environ.

CHAPITRE QUATRIÈME

62. Voies des tramways Belges.

La Belgique est le pays des tramways à bon marché. Construits la plupart par des entrepreneurs pour être revendus à des Compagnies, on a apporté dans leur établissement la plus stricte économie. Il est facile de s'en convaincre en voyant ce qu'a coûté le tramway du Bois de la Cambre, à Bruxelles.

63. Tramway du Bois de la Cambre

La voie se composait à l'origine de rails en fer de 16 kilog. au mètre courant, portés sur des longrines en sapin de 0 m. 10 sur 0 m. 15, auxquelles ils étaient fixés simplement par des clous. De distance en distance, des tringles en fer ou entretoises maintenaient les files des supports à l'écartement. Les longrines reposaient directement sur le sol par l'intermédiaire de sabots en fonte, comme dans le système des premiers tramways anglais.

La voie était simple et pourvue de voies d'évitement assez

rapprochées. Elle revenait par kilomètre à 15,841 francs, qui se décomposaient ainsi :

2 rails de 6 mètres à 16 kilog., soit 192 kilog. à 20 c.	38 fr. 40
2 longrines en sapin à 92 fr. le mètre cube. . . .	6 20
2 sabots d'about en fonte, 9 kilog. à 18 cent. . .	1 62
2 tringles d'écartement en fer, 4 kilog. 500 à 45 cent.	2 63
Clous : 0 kilog. 500 à 0 fr. 45 cent.	0 23
Total pour 6 mètres de longueur. . . .	49 fr. 08
Soit pour un mètre courant.	8 fr. 18
A ajouter :	
Démontage de la chaussée, 2 m. 20 à 10 cent. .	0 22
Pose et réglement de la voie, 1 m. à 50 cent . .	0 50
Remise en place du pavage, 2 m. 20 à 1 fr. 50.	3 30
Prix du mètre courant de voie.	12 fr. 20

La longueur totale de la voie est de.	6700 mètres
La longueur des garages de.	2000 —
Total.	8700 mètres

Ce qui donne pour le prix d'un kilomètre de voie :

$$\frac{8.700 \times 12.20}{6.700} \times 1.000 = 15.841 \text{ fr.}$$

La voie des tramways de Londres coûtait à cette époque 123.000 francs par kilomètre de voie double et 84.650 francs par kilomètre de voie simple.

Dans cette somme, la voie figurait pour 23.150 francs et le pavage pour 61.500.

Depuis, la voie du Bois de la Cambre a été refaite sur le modèle de celle du tramway de Pimlico, Peckham et Greenwich. Le poids du rail a été porté à 26 kilog. ; l'attache par clous a été remplacée par l'attache latérale du système Larsen. Enfin, aux entretoises on a substitué les traverses.

Le rail a deux profils bien distincts ; l'un pour les alignements droits, avec ornière de 44 millimètres d'évasement et parois inclinés ; l'autre pour les courbes, avec 30 millimètres seulement d'évasement et parois verticales (fig. 47). Ce dernier profil ne sert que pour les rails intérieurs des parties en courbe ; pour les rails extérieurs, on emploie un rail plat représenté (fig. 48) et qu'on fixe à la longrine par des tire-fond.

Les longrines et les traverses ont les mêmes dimensions, 10 centimètres sur 15. Elles sont reliées entre elles, comme à Londres, au moyen d'équerres en fonte.

La Compagnie du tramway du Bois de la Cambre s'appelait avant 1874, *Compagnie des Voies ferrées Belges.*

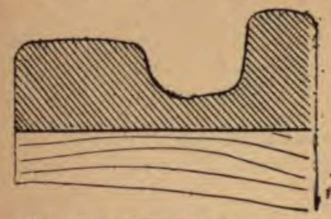


Fig. 47. — Rail plat pour courbe. Échelle : $\frac{2}{5}$.



Fig. 48. — Rail pour courbe, de rayon inférieur à 30 mètres. Échelle : $\frac{2}{5}$.

64. Tramways de l'intérieur de Bruxelles.

Les tramways de l'intérieur de Bruxelles et des faubourgs sont postérieurs au précédent. La voie posée dans la ville se compose d'un rail représenté (fig. 49), dont le dessous fait ressaut, et dont le contre-rail est en contre-bas de la table de roulement. Cette dernière disposition se retrouve dans presque tous les rails belges. Le ressaut a pour but, les talons étant supprimés, d'empêcher le rail de glisser sur la longrine. On a pu arriver à avoir ainsi des rails très légers et suffisamment résistants; celui-ci ne pèse que 12 kilog. 300.

La mode d'attache est le tire-fond, placé alternativement sur le rail et dans l'ornière. Les longrines reposent de distance en distance sur des traverses, sur lesquelles elles sont maintenues par de petites équerres en fonte simplement clouées; longrines et traverses sont en sapin non injecté. Elles ont 8 centimètres sur 14.

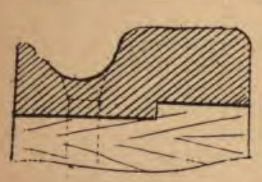


Fig. 49. — Rail de l'intérieur de Bruxelles. Poids : 12 k. 300. Échelle : $\frac{2}{5}$.

Pour les faubourgs, on s'est servi du rail en *U* renversé, avec tire-fond sur la longrine, dont nous avons eu l'occasion de parler à plusieurs reprises. Celui de Bruxelles pèse 15 kilog. 600 au mètre courant; il a toutes les qualités et tous les défauts inhérents à ce type.

65. Tramways de Gand.

On le retrouve à Gand, mais, dans cette ville, on a cru devoir modifier le profil de la partie supérieure de la longrine avec laquelle il se trouve en contact, en lui donnant la forme d'une selle ; ce qui place le rail dans les plus mauvaises conditions de stabilité. Le *Saddle-rail* anglais, qui offrait une disposition analogue, pouvait être appliqué sans grands inconvénients à un chemin de fer ordinaire, qui n'a pas à craindre les efforts tranversaux; mais il en est tout autrement d'un tramway. Dans les réfections de la voie à Gand, on a remplacé les longrines qui n'avaient pas la largeur du rail, par d'autres ayant un excédant de 25 millimètres destiné à former le fond de l'ornière. Cette modification ne change pas le profil du rail, dont l'instabilité reste la même et ajoute un défaut de plus à ceux du système adopté.

La Compagnie des tramways de l'intérieur de Bruxelles et des faubourgs s'appelait *Belgian and Street railway Omnibus Company* (limited). Fondée par un ingénieur anglais, M. Vaucamps, elle a été rachetée en 1874, ainsi que celle du Bois de la Cambre, par M. Philippart, pour former une Société nouvelle sous le titre de *Tramways Bruxellois*.



Fig. 50. — Rail de la Compagnie Brésilienne. Poids : 17 k. Échelle : $\frac{2}{5}$.

66. Compagnie Brésilienne.

La troisième Compagnie de tramways de Bruxelles, la *Compagnie Brésilienne*, est indépendante de celles dont il vient d'être parlé. Son rail présente un profil qui rappelle celui de la huitième avenue de New-York (Fig. 50) ; sa base est armée de deux petits talons. L'ornière a jusqu'à 5 centimètres d'évasement à l'entrée, mais, la paroi du côté du contre-rail étant très inclinée, comme dans le rail américain, les roues des voitures en sortent aussi facilement qu'elles y entrent. Ce rail est fixé par des tire-fond sur la longrine tous les 85 centimètres, mais seulement dans l'ornière. Il pèse 17 kilog. ; celui des tramways d'Ixelles-Etterbecq, d'un profil analogue, pèse 18 kilog. 45.

67. Mode spécial d'attache des rails.

On a reconnu depuis longtemps, en Belgique comme en Angleterre, tous les défauts du mode d'attache par tire-fond. Aussi, M. Degreef, ingénieur de la Compagnie Brésilienne, a-t-il cherché à lui substituer un système de son invention, qui paraît avoir donné de bons résultats.

Le rail porte, de chaque côté de sa base, une saillie sur laquelle viennent s'appuyer deux mâchoires en fer, dont l'extrémité inférieure en forme de coin pénètre dans la longrine. Les machoires sont tenues en contact avec le rail et son support par un boulon horizontal, sorte de serre-joinl dont l'effet est d'autant plus énergique, que le serrage est plus accentué.

Les mâchoires ont 6 centimètres de hauteur, 4 centimètres de largeur et 1 centimètre d'épaisseur. Elles suppriment le percement des trous dans le rail et servent en même temps d'éclisses aux joints.

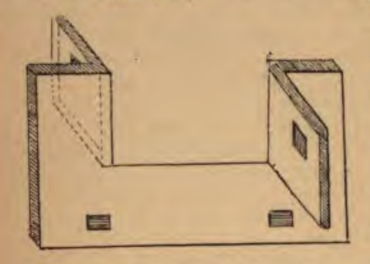


Fig. 51. — Plaque d'attache belge vue en perspective.

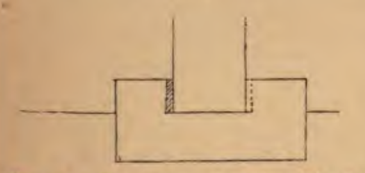


Fig. 52. — Plaque d'attache belge, élévation.

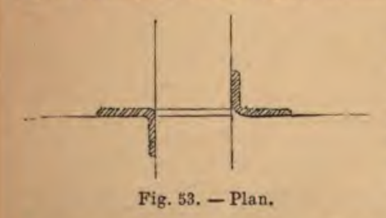


Fig. 53. — Plan.

68. Plaque d'attache des longrines aux traverses.

On emploie comme mode de liaison des longrines aux traverses, des plaques d'attache en tôle découpée et coudées, que la figure 51 représente en peispective, et dont les fig. 52 et 53

donnent la vue en élévation et en plan. On fixe par des clous la partie inférieure sur l'une des faces de la traverse, et on en fait autant de la partie coudée sur la longrine. On pose une plaque par traverse, et la longrine est fixée sur les deux faces verticales. On emploie deux plaques quand il s'agit de relier les longrines entre elles.

Les plaques d'attache ont cet avantage, qu'avec un peu de soin dans la pose on peut les faire correspondre à des joints de pavés, et ne pas être obligé de démaigrir les pierres.

Les longrines de la Compagnie Brésilienne ont 14 centimètres sur 8, et les traverses 15 sur 7. La longueur des unes et des autres est de 2 mètres, comme l'espacement des traverses.

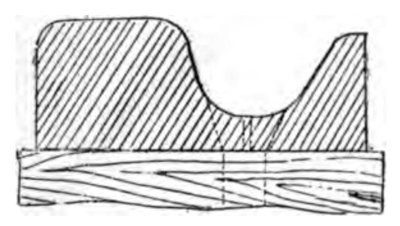


Fig. 54. — Rail de Liège. Poids : 28 k

Échelle : $\frac{2}{5}$.

69. Tramways de Liège

A Liège, le rail, profilé pour servir aux cars et aux wagons de chemins de fer, pèse 20 kilog. par mètre. Il ne présente à la base de saillie d'aucune sorte, et dans sa tendance à glisser sur sa longrine par suite d'un choc latéral, il n'est retenu que par son mode d'attache, qui est un tire-fond ordinaire à tête fraisée. Sur des chaussées fréquentées par de lourds véhicules, cela n'est pas suffisant; aussi, la voie des tramways de Liège coûterait-elle cher d'entretien, si elle était entretenue comme elle doit l'être (fig. 54).

A Bruxelles, à Gand, à Liège, la largeur de la voie entre les bords inférieurs des rails est de 1 m. 435, comme sur les chemins de fer à traction de locomotives. Elle n'est que de 1 m. 37 à Anvers.

70. Tramways d'Anvers.

Dans cette ville, qui est desservie par plusieurs Compagnies de tramways, on trouve trois systèmes de voie. Sur quelques sections, on a employé un rail du poids de 15 kilog., rappelant le profil de celui de l'intérieur de Bruxelles, avec une ornière moins évasée. Il est posé sur longrines et sur traverses de même équarrissage que celles de la voie de Bruxelles.

Aux Tramways-Nationaux et aux Tramways-Sud de cette ville, on s'est servi du rail de M. Dufrane-Macart, de Bruxelles. Le rail a 15 centimètres de hauteur; il est profilé pour maintenir le pavé à distance et obtenir une rainure droite, régulière et parallèle à son champignon, permettant aux boudins des roues un passage facile et sans efforts.

Aux Tramways-Nationaux d'Anvers, il est posé sur des traverses en chêne, et aux Tramways-Sud on a ajouté aux traverses des entretoises en fer

Sans avoir les défauts du rail en *U*, le rail de M. Dufrane-Macart ne nous paraît pas convenir aux voies posées dans des quartiers où le roulage a un mouvement très actif. Par suite de la suppression du contre-rail, tous les fragments de pavés et toute la poussière qu'entrainent les roues des véhicules de tous genres, en traversant la voie, tombent dans l'ornière et l'encrassent. Ce que nous disons des chaussées pavées peut, *à fortiori*, s'appliquer aux chaussées empierrées. On le constate à Anvers, dans toutes les sections où le rail Dufrane-Macart a été posé.

71. Devis d'une voie en U sur longrines et traverses

Nous donnons ci-dessous le devis pour 6 mètres de voie d'un tramway avec rail en U tel qu'on l'établit en Belgique. Ce système, que nous repoussons d'une manière absolue pour les grandes villes, peut être employé sans inconvénient le long des routes où le rail saillant est inadmissible, et lorsque la voie est à l'abri du roulage.

Le rail est en fer et pèse 12 kilogrammes au mètre courant. Il est porté sur des longrines et des traverses en sapin de Riga créosoté, qui ont, les unes et les autres, 150 millimètres sur 75. Leur longueur est de 2 mètres. Le mode d'attache du rail sur la longrine est le tire-fond ordinaire, et celui de la longrine sur la traverse, la plaque d'attache, dont nous avons parlé

(§ 68), fixée sur les bois par des crampons. Les plaques d'about ont 100 mill. × 10 mill. × 35 mill. et pèsent 0 kilog. 560.

Fer.

2 rails de 6 m. à 12 kg. le mètre courant . . .	144 k. 000		
2 plaques d'about. . . .	0 650		
	144 k. 560	à 28 fr.	40 fr. 48
8 plaques d'attache pour les longrines à	0 fr. 70	. . . .	5 60
32 crampons pour attaches des plaques à.	0 05	. . . .	1 60
14 tire-fond pour attaches des rails à	0 15	. . .	2 10
Total pour le fer			49 fr. 78

Bois.

18 mètres de longrines et traverses à 100 fr. le m. c.; soit 0 m. c. 202. 5 à 100 fr. 20 fr. 25

Main-d'œuvre.

Forage des trous dans les rails et fraisage. . . . . 14 à 0,10 . . .	1 fr.	40
Rabotage et ajustage des bois pour longrines : 2 m. × 6 m. = 12 m. × 0,15 .	1	80
Dépavage : 2 m. q. 50 × 6 m. = 15 m. q. à 0 20. . .	3	»
Fouille : 1 m. 50 × 0 m. 25, × 6 m. = 2 m. c. 25 à 1 fr.	2	25
Pose de la voie, relevage et bourrage compris : 6 m. à 2 f. 50.	15	»
Repavage, fourniture de sable neuf : 2 m. 50 × 6 m. = 15 m. q., à 0,60.	9	»
Imprévu, faux frais, bénéfices : 10 p. 0/0.	10	25
Total pour 6 mètres.	112 fr.	73

Soit par mètre courant : 18 fr. 79, et par kilom. 18,790 francs.

Pour les courbes au-dessus de 50 mètres, on emploie le rail à gorge et le rail plat. L'excédant de poids du premier sur le second est de 8 kilog. par mètre, soit une dépense de 2 fr. 24 ce qui élève le prix de revient du mètre de voie à 21 fr. 03 et celui du kilomètre à 21,030 francs..

72. Devis d'une voie métallique.

Pour compléter les devis relatifs aux voies de tramways en Belgique, nous donnons ci-après le prix de revient d'une voie métallique avec rails de 16 kilog. 66 au mètre courant.

Rails.

2 barres de 6 m. à 100 kilog. .	200 kilog.	
Éclises boulonnées : 2 paires à 6 kilog	12	
Cloches pour coussinets de joints : 2 à 4 kilog.	8	
Cloches pour coussinets intermédiaires : 10 à 3 kilog.	30	
Tirants ou entretoises, 6 à 3 kilogrammes	18	
	268 kilog. à 0 fr. 25	67 fr.
Ballast pour bourrage des cloches et dessous des rails, y compris le transport à pied d'œuvre. .	1 m. c. à 5 fr. .	5 »
Dépavage et transport au dépôt des pavés en trop : 1 m. 50 × 6 m. = 9 m. × 0 60		5 40
Terrassements pour l'ouverture du coffre de la voie, y compris le transport au lieu de dépôt ou de décharge des terres en trop : 1 m. 50 × 6 m. × 0 25 = 2 m. c. 25 à 1 fr.		2 25
Pose de la voie, y compris le transport des matériaux de pose aux lieux d'emploi, le dressage des rails et le courbage : 6 m. à 2 fr. 50.		15 »
Repavage et dressage du profil de la route, y compris trois repiquages et la fourniture du sable nécessaire au pavage : 9 m. à 0 60.		5 40
Location du matériel, faux frais, bénéfices : 10 p. 0/0.		10 »
Total.		110 05

Soit par mètre courant : 18 fr. 34, et par kilomètre 18,340 fr.

Pour les courbes au-dessous de 50 mètres, on se sert d'un rail Vignole avec contre-rail et d'un rail plat reposant sur des cloches comme ci-dessus. Le poids pour 6 m. de voie est de 387 kilogrammes qui, à 0 25 le kilog., coûtent 96 fr. 75, soit par mètre courant, 16 fr. 12.

CHAPITRE CINQUIÈME

73. Ancienne voie des Omnibus de Paris.

Le rail américain employé sur l'avenue de la Reine, à Passy, était loin d'être aussi robuste que celui de Vienne représenté figure 3 ; il ne pesait que 18 kilog. environ. Les broches qui le fixaient à la longrine n'offraient aucune garantie de solidité et sa stabilité était médiocre. On l'a remplacé par un autre du même profil, mais du poids de 19 kilog. au mètre courant, et qui a duré 10 ans. Aux attaches latérales on a substitué un boulon à clavette traversant l'ornière et la longrine ; puis, la clavette ne conservant pas le serrage, on l'a remplacée par un boulon. Ce mode d'attache est encore celui du rail des Omnibus. Au rail de 19 kilog. a succédé un rail de 23 kilog., dont le profil se rapproche de celui de 16 kilog., dit *rail Tardieu*, en usage sur le tramway du pont de Sèvres à Versailles. Ce dernier offre plus de résistance à la flexion transversale et plus de stabilité que le rail Loubat. Grâce à la courbure qu'on a donnée au dessous de l'ornière, il se maintient mieux sur la longrine. Dans le rail de 23 kilog. le dessous de la table de roulement est plat, tandis qu'il est courbé dans le rail Tardieu. Il est à remarquer que le rail Livesey et le rail Kincaid se rapprochent beaucoup du rail actuel des Omnibus qui, lui-même, ressemble au rail Tardieu. Or, les deux premiers types sont postérieurs aux types français. Le rail proposé par M. Bazaine. à l'époque du rail Tardieu, offrait, lui aussi, cette courbure sous l'arrière. On la retrouve dons les profils des rails en acier du Sud et du Nord.

Le rail de 23 kilog. a été profilé pour durer vingt ans,

74. Devis de la voie Loubat.

Le rail Loubat était porté sur des longrines, qui reposaient à leur tour sur des traverses, au moyen d'entailles en queue d'aronde où elles étaient maintenues par un coin (fig. 13).

Des plaques en fer de 0 m. 15 de longueur, de 0 m. 042 de largeur et de 0 m. 01 d'épaisseur, étaient placées sous les joints des rails ; elles servaient d'éclisses.

Les bois avaient, en général, 2 mètres de longueur, 0 m. 15 de hauteur et 0 m. 10 de largeur.

Pour poser la voie, on creusait dans la chaussée de petites tranchées de 0 m. 40 de profondeur ponr y loger les longrines et les traverses, ces dernières espacées de 2 mètres. Une fois mises en place, on ajustait et clouait les rails sur les longrines, on fixait les longrines dans les entailles des traverses ; puis, la voie était dressée avec soin et l'empierrement rétabli avec ou sans bordures de pavés, suivant le cas. Avant de livrer la voie à l'exploitation on faisait passer dessus le rouleau.

Voici le prix de revient de la voie Loubat, à l'époque où elle a été posée sur le tramway de Rueil à Port-Marly (1854) :

12 mètres de rails en fer, pesant 18 kilog. 030, à 35 francs les 100 kilog.	75 fr.	72
2 éclisses pesant 0 kilog. 211, à 38 francs les 100 kilog.	0	16
38 broches en fer, pesant 2 kilog. 276 à 60 francs les 100 kilog.	1	38
18 mètres de longrines de 0 m. 10 sur 0 m. 15, cubant 0 m. c. 27 à 80 francs le mètre cube . . .	21	60
6 coins de bois à 0 fr. 10 la pièce	0	60
Immersion des bois à deux couches de glu marine, sur 9 mètres superficiels	4	95
Fourniture de 1 m. c. 05 de pierres concassées, à 6 fr. 75 le mètre cube.	7	09
Ajustement des bois et rails, démolition de la chaussée, terrassement, fourniture de sable, pose et empierrement de la voie.	37	40
Total pour 6 mètres de voie. . . .	148 fr.	90
Plus un dixième pour bénéfice. . .	14	89
Total.	163 fr.	79

Soit par mètre : 27 fr. 29 et par kilomètre : 27.290 francs.

Sur chaussées pavées, le prix de la voie Loubat atteint 29 fr. 83 par mètre courant et 29.830 francs par kilomètre.

75. Voie actuelle des Omnibus

C'est le rail de 23 kilog., employé depuis longtemps par les Omnibus, pour les voies ferrées de la place de la Concorde à Sèvres, Saint-Cloud, etc., qui a été adopté pour les concessions accordées à la Compagnie en 1873. Il a 100 millimètres de largeur à sa base et 96 au niveau du sol, savoir : 50 de rail, 32 d'ornière et 14 de contre-rail. Sa hauteur totale est de 55 millimètres (fig. 55). La voie de 1 m. 54 a été abandonnée et la Compagnie a posé toutes ces lignes nouvelles à la voie normale les chemins de fer.

Le boulon à tête fraisée qui maintient le rail sur la longrine, est muni d'une rondelle triangulaire ayant 6 millimètres d'épaisseur et 60 de côté. Aux joints des rails, on entaille le haut de la longrine pour y loger une éclisse, dont la forme correspond à celle du dessous du rail, et qui a 0 m. 25 de longueur, 0 m. 08 de largeur et 0 m. 01 d'épaisseur. L'éclisse est maintenue en place par deux boulons, un à chaque bout du rail (fig. 56 et 57).

On emploie aux joints des longrines une petite plaque en fer formant éclisse et ayant 0 m. 25 de longueur, 0 m. 04 de largeur et 0 m. 01 d'épaisseur. Elle est traversée par deux boulons qui la relient au rail. Les trous ménagés pour leur livrer passage sont elliptiques, afin de laisser un certain jeu aux attaches. Elle peut ainsi suivre les longrines dans leurs mouvements de contraction et de dilatation dus aux variations de la température (fig. 58 et 59).



Fig. 55. — Rail actuel des Omnibus de Paris.

Poids : 28 k. Échelle : $\frac{1}{4}$.

Les longrines ont 0 m. 10 sur 0 m. 15. Elles sont profilées à la machine pour recevoir le dessous des rails; comme celles de tous les tramways de Paris, elles sont en chêne.

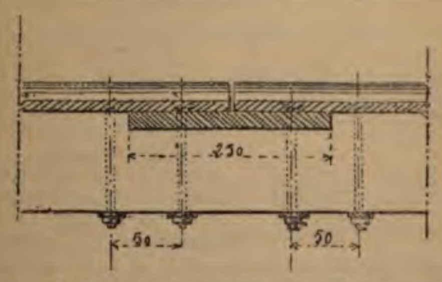


Fig. 56. — Éclissage des rails de la voie des Omnibus de Paris.

Les rails ont 6 mètres et les longrines 2 mètres de longueur. Au milieu de chaque longrine, c'est-à-dire à 1 mètre de chaque extrémité, un boulon fixe le rail à son support; mais l'espace-

ment des attaches est réduit, en réalité, à 0 m. 90, un des boulons de l'éclisse étant à 0 m. 10 du bout de la longrine.

En résumé, pour un rail de 6 mètres on compte douze boulons et deux longrines, plus deux demi-longrines, car les joints de longrines et de rails ne doivent jamais, dans les voies de tramways, se correspondre de chaque côté des files.

Fig. 57. — Éclisse de rail.

Le mode d'attache du boulon à écrou traversant l'ornière est incontestablement meilleur que celui par tire-fond, mais, lorsque l'écrou se desserre, il présente le même inconvénient que ce dernier, celui de laisser pénétrer l'eau; il est, de plus, difficile à resserrer et à remplacer, car il faut pour cela déranger les pavés, déterrer les longrines, etc. Toutes ces opérations demandent des hommes et du temps.

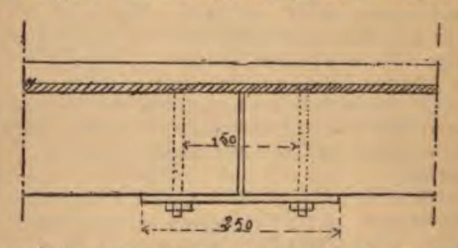


Fig. 58. — Éclissage des longrines de la voie des Omnibus de Paris.

La voie des Omnibus est disposée comme l'indique la figure 60; elle n'est maintenue à l'écartement que par le pavage, la Compagnie trouvant inutile et onéreux d'employer des traverses ou des entretoises pour relier les files de rails. Les voitures n'ayant de roues à boudin que d'un côté, le maintien de l'écartement normal des rails lui paraît moins nécessaire qu'avec le système américain.

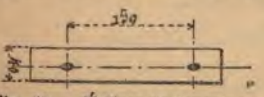


Fig. 59. — Éclisse de longrines.

Voici comment la Compagnie des Omnibus procède à la pose de ses voies de tramways :

Les rails sont apportés fixés sur leurs longrines; ceux qui sont en courbe sont cintrés aux ateliers. On les place à l'écar-

tement, en ayant soin, comme nous l'avons dit, que de chaque côté les joints de longrines ou de rails ne se fassent pas vis-à-vis. On relie les longrines entre elles au moyen de leurs éclisses, et on bourre le dessous pour les amener au niveau nécessaire. Quand l'écartement et le niveau sont réglés, on maintient les deux files de rails à l'aide d'un gabarit spécial;



Fig. 60. — Voie actuelle des Omnibus.
Échelle : $\frac{1}{10}$.

on place dans le fond de la tranchée une couche de sable destinée aux joints des pavés; on pave d'abord à l'extérieur des rails, et, quand on n'a plus à craindre de dérangement dans l'écartement de la voie, on enlève les gabarits, on procède au



Fig. 61. — Voie des tramways de Constantinople. Échelle : $\frac{1}{10}$.

pavage entre les rails et on dame la chaussée en commençant par les boutisses.

Sur les chaussées des boulevards extérieurs que la Compagnie des Omnibus a pavées, on s'est servi de petits cubes ayant 10 × 16. Dans les cas de ce genre, il y a avantage à ne pas employer des pavés à longue queue, parce que la tranchée à faire dans la chaussée est moins profonde.

76. Voie de Constantinople.

A Constantinople, où on a adopté la voie des Omnibus, on s'est servi d'une entretoise en fer rond pour relier les longrines (fig. 61) ; elle pèse 6 kilog. L'espacement de ces entretoises varie suivant que le sol de la chaussée est plus ou moins solide et la rue pavée ou empierrée. Dans le premier cas, on les place tous les 6 mètres en alignement droit et tous les 3 mètres en courbe. Dans le second, on en pose tous les 2 mètres.

77. Voie de la porte Maillot au pont de Courbevoie.

La voie de la Porte-Maillot au pont de Courbevoie est sur longrines et traverses en chêne. Le rail, du profil de celui des London-Street-Tramways, pèse 26 kilogrammes le mètre courant Il est fixé sur la longrine par des agrafes Larsen à tenon dans le haut et que l'on cloue dans le bas. Ces agrafes ont 0 m. 10 de hauteur et 0 m. 007 d'épaisseur. Les longrines ont 0 m. 10 sur 0 m. 15. Elles sont fixées sur des traverses, de 0 m. 18 sur 0 m. 08, par des équerres en fonte ayant 0 m. 10 de hauteur, 0 m. 085 de longueur, et 0 m. 075 de largeur; l'espacement des traverses est de 1 m. 50.

Les agrafes sont placées en quinconce. Elles sont espacées d'un même côté de 1 m. 20, ce qui fait, en réalité, à droite et à gauche du rail, une agrafe tous les 60 centimètres. La voie de la Porte-Maillot au pont de Courbevoie, a été refaite presque en entier après dix-huit mois d'exploitation.

78. Voie de l'Étoile et du pont de Courbevoie à Suresnes.

Le type de rail adopté pour les lignes de l'Étoile et de Suresnes par la Compagnie des Tramways-Nord, sur la proposition de son ingénieur en chef, M. Saint-Yves, est représenté figure 62. Il se rapproche du modèle belge employé à Bruxelles et à Anvers. La largeur du rail, proprement dit, est de 0 m. 045; celle de l'ornière à l'évasement, de 0 m. 032, et celle du contre-rail de 0 m. 013. En comprenant les 2 millimètres de dévers donné à la paroi latérale du dessous de l'ornière, on a une largeur totale de 90 millimètres à la base.

Son poids est de 22 kilogrammes.

Le mode d'attache du rail à la longrine ne rentre dans aucune des catégories déjà décrites. On a percé le rail et l'ornière sans toucher à la longrine. Les deux tire-fond placés dans des plans différents et qui, dans certaines voies belges, traversent le rail et la cuvette, sont remplacées ici par deux tiges soudées

à un étrier qui embrasse la longrine. On entaille transversalement le support longitudinal pour loger l'étrier. Afin de racheter la différence de niveau qui existe entre le dessous du rail proprement dit et le dessous de l'ornière, on place au-dessus de l'étrier, et sous le rail, une petite plaque en fer qui se loge sous la longrine. Cette plaque est traversée par la tige qui vient affleurer la surface de roulement. L'étrier est cloué extérieurement, sur la longueur, et, pour que les clous ne se rencontrent pas dans le bois, on lui donne des branches inégales, ayant l'une 88 millimètres et l'autre 100 millimètres. L'épaisseur des branches est de 5 millimètres.

Avant de poser le rail sur la longrine, on porte au rouge, à l'aide d'une petite forge à main, les deux tiges de l'étrier. On les entre dans les trous pratiqués dans le rail et dans l'ornière, en ayant soin d'intercaler la plaque en fer, et l'on rabat au marteau les têtes des tiges, de manière à ne former aucune saillie.

Ce mode d'attache, un peu compliqué, n'est pas facile à remplacer sur place. Quand il faut le changer, on est obligé d'enlever le rail, ses brides et ses longrines. C'est un défaut que la voie de l'Étoile a de commun avec celle des Omnibus.

Le système d'éclissage adopté par M. Saint-Yves pour la ligne de l'Étoile est celui des tramways de Vienne.

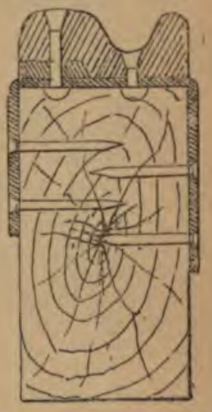


Fig. 62. — Rail de l'Étoile. Échelle : $\frac{1}{4}$.

Les éclisses ont une forme particulière. La partie supérieure est profilée de manière à s'emboîter parfaitement sous le rail ; la partie inférieure est plate. Ces pièces, qui ont 20 centimètres de longueur, ne portent sur la longrine que sur une moitié, soit 5 centimètres à une extrémité et 5 centimètres à l'autre. Au milieu, sur 10 centimètres, il y a un vide entre le dessous de l'éclisse et la longrine, qui est entaillée à cet effet.

Ce vide correspond à un vide ménagé dans toute l'épaisseur de l'éclisse et placé longitudinalement suivant son axe.

C'est dans ce jour, dans cette fente, que passe le boulon qui fixe l'extrémité de chaque rail sur l'éclisse. La tête est fraisée sur le rail, et l'écrou est introduit et serré en dessous au moyen du vide ménagé entre l'éclisse et la longrine.

La fente longitudinale permet au boulon, comme dans l'éclisse des Omnibus, de suivre le rail dans ses phases diverses de dilatation et de contraction.

En outre, si un boulon vient à manquer, il peut être facilement remplacé. Après le boulonnage, le milieu de l'éclisse est calé sur la longrine au moyen d'un coin en bois. Les longrines ont 0 m. 18 sur 0 m. 09, et les traverses 0 m. 17 sur 0 m. 12. On se sert de la plaque d'attache décrite au § 67 pour relier les supports en long aux supports en travers.

Les traverses n'ont qu'un espacement d'un mètre,

79. Voie de Saint-Augustin à Levallois.

Dans la voie de Saint-Augustin à Levallois, des Tramways-Nord, c'est toujours le modèle du rail de Bruxelles qu'on retrouve, mais son poids n'est plus que de 18 kilog. par mètre. La largeur totale du rail est réduite à 90 millimètres et son épaisseur ne dépasse pas 40. L'ornière, à l'évasement, ne présente plus que 28 millimètres au lieu de 32 qu'a le rail de l'Étoile. L'attache sur la longrine se compose d'un boulon à écrou, avec ergot, traversant le rail proprement dit et la longrine, et de l'agrafe latérale à tenon et à clous pour maintenir le contre-rail. L'ornière n'est percée qu'au bout des rails, à 5 centimètres environ des joints, pour recevoir un boulon qui sert, avec celui du rail, à éclisser les extrémités. On compte, par rail de 6 mètres, 4 boulons sur le rail et 3 agrafes sur le contre-rail, ce qui fait que les attaches sont espacées de moins d'un mètre.

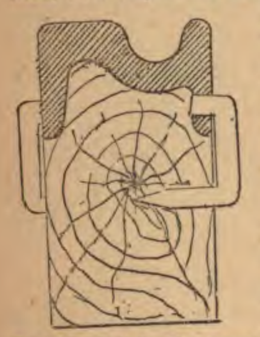


Fig. 63.—Rail des Tramways-Nord. Échelle : $\frac{1}{4}$.

La voie est maintenue à l'écartement par des entretoises en fer plat ayant 70 millimètres de hauteur sur 5 millimètres d'épaisseur (fig. 65). A l'une des extrémités, elles sont fendues en deux parties, comme aux London-Street-Tramways, pour former deux branches ayant chacune 10 centimètres de longueur. Une plaque de 20 centimètres de longueur et de 7 centimètres de hauteur, placée à l'extérieur de la voie, est reliée aux deux branches par des boulons qui traversent la longrine. Ce mode d'attache sert, en même temps, d'éclisse aux joints des

longrines. A l'autre extrémité, l'entretoise s'arrondit pour pénétrer dans la longrine correspondante ; elle présente sous cette forme la largeur nécessaire pour placer de chaque côté du bois deux clavettes destinées à opérer le serrage. Deux rondelles, de 8 centimètres de diamètre et de 5 millimètres d'épaisseur, sont intercalées entre les clavettes et la longrine. Les entretoises sont espacées tous les 1 m. 50, l'éclisse tantôt posée à gauche, tantôt posée à droite de la voie (fig. 66 et 67).

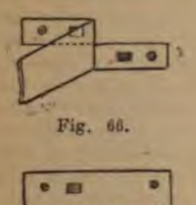


Fig. 66.

Fig. 67.
Éclisses de longrines des Tramways-Nord. Échelle : $\frac{1}{10}$.

Fig. 65. — Voie des Tramways-Nord. Échelle : $\frac{1}{10}$.

Sur la ligne de Saint-Augustin à Levallois, les longrines ont 0 m. 14 sur 0 m. 09.

80. Voie des Tramways-Sud.

Pour les Tramways-Sud et les sections des Tramways-Nord postérieures à celles de Levallois et de Bineau, on a donné la préférence au rail des Omnibus, mais en substituant au fer l'acier Bessmer et en changeant un peu le profil, principalement sous la table de roule-

ment. Ainsi modifié, il ne pèse plus que 20 kilog. par mètre courant.

Sur les premières lignes du Sud, l'attache du rail consistait en crampons latéraux dont les branches pénétraient dans le bois en haut et en bas (fig. 64). Depuis, on est revenu à l'attache à tenon de M. Larsen pour les voies du Sud et du Nord, ainsi que le montre la figure 63.

Comme dans tous les systèmes similaires, les agrafes sont entrecroisées; on en compte quatre aux joints des rails, deux à chaque bout. L'éclisse a la forme de celle des Omnibus. Au début, les entretoises étaient les mêmes que celles de Saint-Augustin, et, les longrines ayant une longueur de 2 mètres, on comptait une entretoise tous les mètres. Avec les clavettes qui permettent le serrage à volonté, il est facile de fixer le parallélisme des rails au moment de la pose, et de le rétablir s'il vient à être compromis. Par la suite, sur les lignes du Sud, on a apporté une modification à la partie de l'entretoise qui sert d'éclisse, en soudant ou en rivant sur la partie transversale une sorte de plaque d'attache en tôle qui reçoit les longrines et qui y est fixée par des clous. On prétend que cette modification n'atteint pas le but que l'on s'est proposé : celui de maintenir la longrine bien en place. Dès lors, l'éclissage des deux supports n'est plus assuré.



Fig. 64. — Rail des Tramways-Sud. Échelle : $\frac{1}{4}$.

L'éclissage des rails que nous avons décrit plus haut, a été remplacé sur les lignes nouvelles du Sud par un système plus rationnel et d'un effet sûr, On a remarqué, depuis longtemps, que les agrafes des bouts, et même les boulons verticaux des Omnibus traversant l'ornière, n'empêchent pas les rails, au bout d'un certain temps, de se soulever au passage des cars; on s'est alors servi d'une éclisse ayant l'épaisseur uniforme de 8 millimètres, et épousant exactement la forme du dessous du rail avec retour sous le bas des oreilles. Quatre boulons traversent le rail, l'éclisse et le haut de la longrine; le maintien de l'éclissage est ainsi assuré d'une manière permanente.

81. Voie Broca.

Les pénétrations des Tramways-Nord dans l'intérieur de Paris, au boulevard Hausmann et à la rue Taitbout, ont été construites avec la voie métallique de M. Broca, ingénieur des Compagnies du Nord et du Sud ; elle est représentée figure 68.

Elle se compose d'un rail Vignole en fer, portant son ornière, et posé directement sur le sol. Sa longueur est de 88 millimètres, qui se décomposent ainsi :

Table de roulement.	45 mill.
Ornière.	29
Contre-rail	14
Total.	88 mill.

La largeur de 29 millimètres donnée à l'ornière est conforme

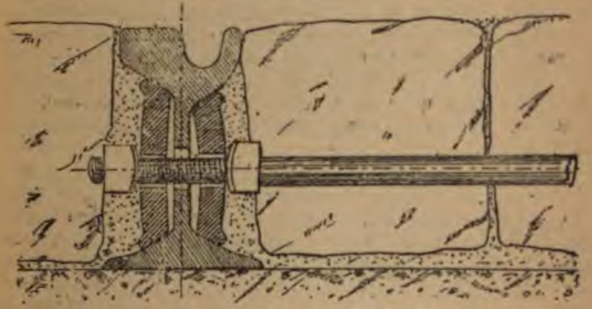


Fig. 68. — Voie métallique de M. Broca. Échelle : $\frac{1}{5}$.

à l'article 5 du décret du 6 août 1881. Dans les rails de courbes, on l'a portée à 34 millimètres ; le maximum autorisé est de 35. La hauteur du rail est de 160 millimètres et la largeur du patin de 110, c'est-à-dire que le rail présente à sa base un empattement supérieur à celui des longrines en bois des voies ordinaires de tramways.

L'écartement des rails est maintenu par des entretoises ovales se logeant facilement entre les pavés, et pourvues à chaque extrémité d'écrous permettant le serrage à volonté.

La voie Broca convient à la traction mécanique. Elle résiste mieux que les autres systèmes, en usage à Paris, aux poussées latérales du roulage. Le bon état dans lequel elle s'est maintenue jusqu'à ce jour, au carrefour de Châteaudun, vient confirmer notre assertion.

Quant au reproche qu'on lui adresse, de coûter cher à établir,

nous ne pouvons que répéter ce que nous avons dit précédemment à ce sujet : Dans la construction d'un tramway, il faut se préoccuper avant tout d'avoir une voie solide et ne demandant pas, ou peu, d'entretien.

C'est à ce *desiratum* que nous semble répondre le système de M. Broca.

A Paris, — en laissant de côté les dépenses d'entretien courant qui sont communes à toutes les voies de tramways, — la moyenne du coût d'entretien de la voie, proprement dite, des réfections de joints et du repavage qu'elles entraînent sur les voies antérieurement établies, représente un prix d'environ 1 fr, 30 par mètre et par an. Avec les rails Broca, ce prix n'atteint pas 0 fr. 25, c'est-à-dire qu'il est inférieur au cinquième du coût ordinaire. On réalise, de fait, une économie de plus de 1,000 francs par an et par kilomètre, ce qui correspond à l'intérêt d'un capital de plus de 20,000 fr. par chaque kilomètre du réseau ! Or, personne n'ignore que l'entretien de la voie, les réparations incessantes de toute espèce et les réfections de pavage qu'elles comportent, absorbent la majeure partie des recettes des Compagnies, et rendent leur exploitation infructueuse.

Ajoutons, enfin, que la voie Broca, partage avec les voies métalliques ce sérieux avantage : qu'après usure des rails, la vente des vieux matériaux fournit, en déduction des matériaux neufs, un poids important de métal facilement réalisable, tandis que dans la voie américaine les longrines et les traverses hors de service n'ont aucune valeur.

En résumé, la voie Broca est simple d'assemblage, d'une grande solidité, d'une pose facile, d'un entretien peu coûteux.

Voici, pour une longueur de 6 mètres de rails, le poids des pièces qui entrent dans la composition de la voie :

Deux rails de 6 mètres de long, à 42 kilog. 5 environ, le mètre courant . . . . kilog.	510.000
Deux paires d'éclisses, à 13 kilog. 750 l'une.	27.500
Deux paires de cales de serrage, à 2 kilog. 750 l'une.	5.500
Deux entretoises complètes, à 5 kilog. 300 l'une	10.600
Huit boulons d'éclisses, à 0 kilog. 430 l'un.	3.440
Soit, pour 6 mètres de voie . . . . . . kilog.	557.040

Ce qui correspond à 92 kilog. 840 par mètre courant.

Il y a entre la voie Broca et celle de MM. Winby et Levick, une ressemblance qui ne saurait être attribués au hasard. *La patente provisoire de six mois prise par M. Broca en Angleterre, a*

expiré le 21 novembre 1877, et le brevet de MM. Winby et Levick ne date que du premier décembre de la même année.

82. Voie Demerbe.

Une voie métallique qui a été essayée à Paris par les Tramways-Nord avant celle de M. Broca, et qui est loin d'avoir donné les mêmes résultats, est celle de M. Demerbe, représentée figure 69.

Elle est composée de deux files de rails longrines, en forme d'un U renversé, posés directement sur le ballast et maintenus à l'écartement par des entretoises placées de champ.

Comme la fabrication du rail en fer présente quelque difficulté, on le fait en acier. Il pèse 30 kilogrammes au mètre courant.



Fig. 69 — Voie Demerbe.

Les barres sont laminées à la plus grande longueur possible pour diminuer le nombre des joints. En fixant cette longueur à 9 mètres, le poids est de 30 kilog. × 9 ou 270 kilog. par barre ; ce qui donne un rail trop lourd pour les équipes ordinaires de tramways.

L'entretoise se compose d'un fer plat, avec encoches aux deux bouts pour laisser passer les rails-longrines et les maintenir à l'écartement. Elle ne supporte pas les rails comme les traverses, puisqu'ils reposent directement sur le ballast. Deux plaques boulonnées fixent solidement l'entretoise contre les rails. On place les entretoises de 2 en 2 ou de 3 en 3 mètres.

La voie Demerbe est en usage ou à l'essai sur 67 kilomètres.

83. Voies de Versailles.

Le système de voie employé pour les tramways de Versailles,

diffère essentiellement de ceux que nous avons précédemment décrits. Il est dû à M. Léon Francq, ingénieur, qui a dirigé la construction des tramways de cette ville en 1874.

Le rail appartient au type des rails à rebords latéraux qui font saillie sur la longrine, et qu'on retrouve dans les tramways de Munich, Cassel, etc. Il est évidé sous la table de roulement, et plat sous l'ornière et le contre-rail. Il est fixé sur son support par un étrier en fer plat, recourbé en demi-cercle sous la longrine, et dont les extrémités, en forme de T, viennent se loger dans des encoches ménagées dans les rebords. Le maintien en place de l'étrier a lieu à l'aide d'un boulon à écrou, qui traverse les deux branches et la longrine. Le serrage s'opère au moyen d'un coin en bois qu'on chasse entre la partie circulaire de l'étrier et le support. La voie étant sur traverses, la liaison des longrines à celles-ci s'effectue, comme dans quelques voies belges, par deux plaques en tôle découpées que l'on cloue sur la longrine et sur la traverse.

Pour les voies postérieures à 1875, on a modifié le système primitif. Le profil du rail est resté à peu près le même, mais l'étrier a été remplacé par des agrafes en forme de T. La tête porte sur les rebords, et le bas est terminé par une sorte de crampon qu'on chasse dans le longrine. Une cheville en fer, traversant l'agrafe et le bois, maintient en place la tête logée dans son encoche.

Les longrines sont en sapin ; elles ont 0 m. 18 de hauteur sur 0 m. 08 de largeur. Elles reposent, de distance en distance, sur des blocs en chêne ayant 0 m. 15 de largeur sur 0 m. 04 de hauteur, auxquels elles sont fixées par de petites cornières en fer. Comme dans le système des Omnibus, la voie n'est pas entretoisée.

84. Voies de Lille, Roubaix, Tourcoing, Genève, Nantes et Lyon.

La voie de Lille est l'application aux tramways du système de rail et contre-rail Vignole employé sur les grands chemins de fer pour les passages à niveau. Elle est désignée sous le nom de *Voie Marsillon*, du nom de son inventeur, ingénieur civil et ancien administrateur-délégué des tramways du département du Nord (fig. 70).

D'après M. Charles Brown, l'inventeur de l'une des machines le tramways les plus répandues, la voie Marsillon est celle où e coefficient de résistance à la traction est le moins élevé; Genève, où elle est établie, M. Charles Brown ne l'a jamais rouvé supérieur à 10 kilog. par tonne.

Le rail a 90 millimètres de hauteur et 40 d'épaisseur au champignon. Le contre-rail a la même hauteur, mais 25 millimètres seulement d'épaisseur à la tête. L'épaisseur de l'âme est de 10 millimètres, et la largeur du patin de 35 dans le rail et le contre-rail. Il n'y a de différence entre les deux que dans le champignon, qui est placé dans l'axe chez le premier et latéralement chez le second, de sorte que l'une des faces de ce dernier est complètement plate. C'est cette face qui augmente ou retrécit l'espace formant l'ornière, suivant qu'on la place en face du rail ou du côté opposé.

Dans le premier cas, l'ornière a 0 m. 045 de largeur ; c'est celle de la voie des marchandises. Dans le second, elle n'a plus que 0 m. 030 ; c'est le chiffre adopté pour la voie des voyageurs.

A l'origine, on voulait faire servir les tramways de Lille au

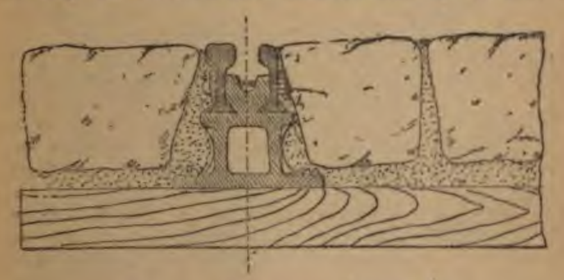


Fig. 70. — Voie de Lille. Échelle : $\frac{1}{10}$.

passage des wagons du chemin de fer du Nord. Mais la largeur de 0 m. 045 était une gêne pour la circulation publique ; on a ramené l'ornière à 0 m. 030 en retournant à l'intérieur le champignon du contre-rail.

Le rail et le contre-rail sont boulonnés sur un coussinet en fonte, et le coussinet est fixé lui-même, tous les 1 m. 50, à des traverses en chêne, au moyen de tire-fond.

Dans la voie exclusivement réservée au service des voyageurs, le rail et le contre-rail seraient imparfaitement reliés, si, dans cet intervalle, on n'intercalait pas une fourrure en fonte qui épouse leurs contours intérieurs, et concourt à la formation de la poutre armée par l'intermédiaire du boulon qui la traverse. Le mode d'éclisssage est identique à celui qu'emploient les chemins de fer à traction de locomotives.

Ainsi qu'on peut le voir dans le dessin, l'ornière de la voie

Marsillon est à fond ouvert permettant l'écoulement de l'eau dans le sous-sol, ainsi que l'évacuation des poussières et graviers qui se logent ordinairement dans la gorge du rail américain, et dont la présence augmente sensiblement le tirage. Cette ornière peut rester plusieurs jours sans se combler, et le nettoyage est ainsi moins dispendieux que celui de la voie à rail creux.

Les avantages de la voie de Lille peuvent se résumer ainsi :

Grande douceur de roulement, le coefficient de traction y étant moins élevé que sur les voies à ornière ;

Remplacement facile et prompt de tout rail ou contre-rail avarié ;

Grande facilité de flexion des barres permettant de donner aux courbes un contour géométrique ;

Enfin, nettoyage économique de l'ornière et entretien peu coûteux du système

On a qnelquefois reproché à la voie Marsillon d'exiger une très grande précision dans la pose des parties courbes. Le rail et le contre-rail doivent, en effet, être cintrés et percés à l'atelier, si l'on veut que les trous des entretoises se correspondent bien dans les uns et dans les autres. Plus le rayon est court, plus, naturellement, le nombre des trous du rail est grand par rapport au contre-rail. Néanmoins, nous croyons que cette difficulté peut être évitée avec une équipe de poseurs bien dressés, et nous avons vu, à Lille, à l'époque où la voie Marsillon était à son début, la pose de parties courbes à rayon de 16 mètres se faire régulièrement et sans grands tâtonnements.



Fig. 71.
Rail Saint-Yves.

La voie Marsillon a été adoptée pour les tramways de Nantes, où l'on emploie la traction mécanique, concurremment avec le rail à double table de roulement de M. Saint-Yves.

Le rail ordinaire de tramway, à section circulaire, a généralement une ornière peu profonde, qui ne peut rester longtemps propre, et sur le fond de laquelle le boudin des roues vient à porter, quand la table de roulement et le bandage arrivent à un certain degré d'usure, 10 millimètres, par exemple, qui suffit pour mettre le rail hors de service. Pour obvier à cet inconvénient, M. Saint-Yves, ingénieur en chef des ponts et chaussées, a donné à l'ornière la forme trapézoïdale que l'on trouve dans la plupart des nouveaux rails anglais. Il l'a profilée de manière à pouvoir faire servir la table de roulement du rail jusqu'à une usure de 0 m. 009 par table, et de 0 m. 018 pour les deux — le rail étant symétrique (fig. 71), avant que le boudin porte sur le

fond de la gorge. A ce point de vue, la facilité de pouvo tourner le rail présente des avantages.

On le fixe sur la longrine par des crampons ou des attaches sur le côté.

A Lyon, on a choisi également la voie Marsillon pour les tramways qui viennent d'y être établis. La forme du coussinet a été légèrement modifiée. On a donné au contre-rail un profil symétrique. (fig. 72.)

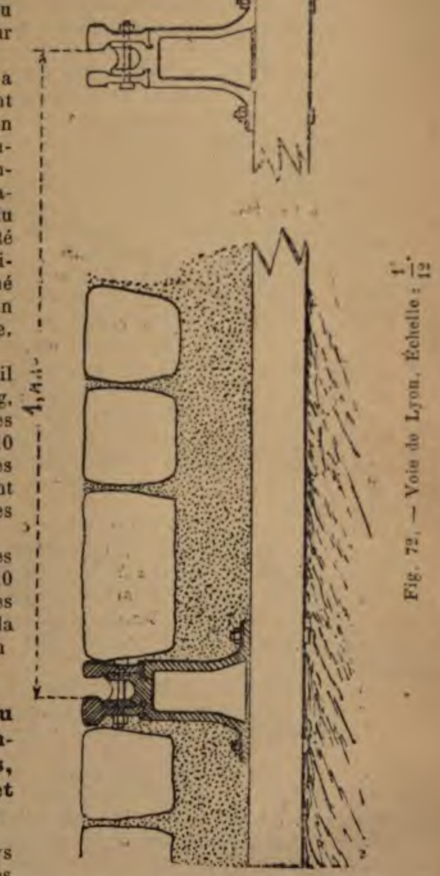


Fig. 72. — Voie de Lyon. Échelle : $\frac{1}{12}$

Le poids du rail est de 16 kilog. 800, et celui des contre-rails de 10 kilog. 800. Les coussinets pèsent 7 kilogrammes pièce.

Les traverses ont 2 m. × 0 m. 10 × 0 m, 15; elles sont placées à la distances de 1 m 20.

85. Voies du Havre, Nancy, Tours, Orléans et Marseille.

Les tramways du Havre sont les premiers construits en France par M. de la Hault, qui en avait obtenu la concession. Destinés à être rétrocédés à une

Compagnie, ils ont été établis avec cette stricte économie que les entrepreneurs belges savent apporter dans leurs travaux.

Rails en fer de 16 kilog. 500, longrines et traverses en sapin non injecté, attaches à tire-fond, petites équerres en fer pour relier les longrines aux traverses, selles en fonte pour éclisses, telle était la composition de la voie du Havre au début de l'exploitation. Aussi n'a-t-elle pas tardé à être, presque partout, hors de service, et on a été obligé de remplacer les anciens rails par des rails en acier de 21 kilogrammes, que l'on a fixés par des crampons sur des longrines en chêne.

Les tramways de Tours et d'Orléans ont été mieux établis. Le rail en fer, du poids de 20 kilogrammes, rappelle celui des Omnibus. Il est fixé sur des longrines en chêne par des crampons latéraux. Les longrines sont rattachées aux traverses par des équerres en fer à branches inégales.

Les tramways de Nancy ont été construits par M. de la Hault, après ceux du Havre. Le concessionnaire-entrepreneur a choisi le rail belge à ressauts de la figure 64, attaché à la longrine par des tire-fond placés sur le rail et des boulons à tête fraisée logés au fond de l'ornière. Les plaques de joints sont fixées sur les longrines au moyen de ces boulons. De légères cornières relient les longrines aux traverses et servent de plaques de joints pour les premières, ainsi que cela se pratique dans tous les systèmes de ce genre. Le rail ne pèse que 16 kilogrammes; les supports sont en sapin goudronné. On retrouve dans les tramways de Nancy le système à bon marché des tramways du Havre.

Le rail de Marseille diffère des précédents. Il porte, sur les côtés, comme celui de Versailles, un rebord avec échancrure pour y loger la tête de l'agrafe à T, que l'on fixe à la longrine par deux clous. Le dessous du rail se compose de deux plans inclinés en forme de V, qui nécessitent un creux correspondant dans le support. On a espéré, par cette disposition, assurer la stabilité du rail sur la longrine.

La voie est portée sur des traverses distantes de deux mètres. Les supports, longitudinaux et transversaux, sont, comme dans le système précédent, reliés par des équerres.

86. Voie de Rouen.

Les tramways de Rouen, dont il a été déjà question (fig. 39), ont été rétrocédés par la ville à M. P. Harding, qui les a construits.

C'est, à peu de chose près, la voie des Tramways-Sud de Paris ; ici les entretoises sont remplacées par des traverses.

Comme ces tramways étaient destinés à être exploités avec des machines, on a profité de l'expérience acquise à Paris et on a, avec raison, proscrit les légères entretoises du Sud.

Les longrines ont 3 mètres de longueur. Elles sont reliées aux traverses par des équerres semblables à celles de la Porte-Maillot au pont de Courbevoie, et placées, alternativement, en dedans et en dehors de la voie, comme dans le système américain. L'espacement des traverses est tantôt de 1 m. 50, tantôt de 2 mètres.

87. Voie de Nice.

La voie des tramways de Nice se compose de rails en acier Bessemer du poids de 15 kilog. 5, évidés sous la table de roulement et fixés à des longrines en mélèze par des boulons à ergot, semblables à ceux qui ont été employés sur les lignes de Saint-Augustin à Levallois et à Bineau (§ 79). Les plaques de joint des rails n'ont, comme attaches, que deux boulons de ce genre, distants de 0 m. 14 des bouts. La voie est maintenue à l'écartement par les entretoises du modèle du Nord et du Sud de Paris.

Ce système de voie peut être économique, mais il manque de solidité. L'éclissage, surtout, est défectueux.

88. Voie de Bordeaux.

Les tramways de Bordeaux ont été construits sur le modèle des Tramways-Sud de Paris, par la Compagnie anglaise qui en a obtenu la concession en 1879.

Le rail est en acier ; son poids est de 23 kilog. 150, tandis que celui du rail parisien n'est que de 20 kilog. par mètre courant.

Les longrines sont en *pitch-pin*. Le mode d'attache du rail au support est le crampon latéral. Les entretoises en fer, de même que celles de Paris, sont placées de 2 mètres en 2 mètres.

89. Voies de Vienne (Autriche) et de Leipsig.

A Vienne, on a adopté le rail Loubat en acier, de 17 kilogrammes, tel que le représente la figure 3. L'ensemble de la voie est donnée par la figure 73.

Les broches en fer sont fixées à un mètre les unes des autres de chaque côté du rail, et, comme elles sont disposées en quinconce, il y a, en réalité, une broche tous les 50 centimètres.

Les joints des rails sont placés entre deux traverses, autant que possible au milieu.

Les longrines ont 24 mètres de longueur, 0 m. 24 de hauteur et 0 m. 08 d'épaisseur. Les traverses ont 2 mètres de longueur, 0 m. 18 de largeur et 0 m. 12 d'épaisseur.



Fig. 73. — Voie des tramways de Vienne. Système Loubat.

Les longrines et les traverses sont en chêne. Elles sont reliées les unes aux autres par un encastrement dont la profondeur est de 0 m. 04 (fig. 13).

L'espacement des traverses est, en général, de 2 mètres. Dans les courbes, il est quelquefois réduit à 1 m. 33.

Les tramways de Leipzig ont été construits sur le modèle de ceux de Vienne.

90. Voie de Baden-Vienn.

La voie de Baden-Vienn se compose d'un rail Vignole en fer, de 38 kilogrammes au mètre courant, posé directement sur



Fig. 74. — Voie de Baden-Vienn.

le sol, sans longrines ni traverses. L'ornière est formée par le pavage (fig. 74).

Le rail a une hauteur totale de	mètres	0.210
Et jusqu'au champignon seulement de		0.157
La largeur du champignon est de.		0.058
Et celle du patin de.		0.115

L'écartement est maintenu par des entretoises en fer rond, boulonnées sur l'âme des rails.

91. Voie de Munich.

Le rail de Munich est à rebords comme celui de Versailles, et le dessous a la forme en V de celui de Marseille. Son poids est de 19 kilogrammes au mètre courant, et son mode d'attache à la longrine est le même qu'à Marseille.

Les longrines sont en sapin injecté au cyanure de fer. Elles ont comme dimensions : 2 m. × 0 m. 18 × 0 m. 09. Les traverses sont en chêne; elles ont 2 m. × 0 m. 10 × 0 m. 12.

Des cornières en fer relient les longrines aux traverses



Fig. 75. — Voie de Stuttgard.

92. Voie de Stuttgard.

La figure 15 représente en coupe la voie des tramways de Stuttgard. Le rail est du type Vignole, posé directement sur un lit de béton. et prenant son ornière dans l'entaille des pavés. Légèrement incliné comme celui des chemins de fer, il est éclissé et entretoisé comme eux.

93. Voies de Moscou.

La voie choisie pour les tramways de Moscou, par le colonel

Sytenko, ingénieur de la Compagnie, est la voie à rail Vignole posé sur traverses avec entaille dans le pavé (fig. 76). La figure 77 donne une coupe en travers de la double voie.

Le rail est en acier et pèse 18 kilogrammes au mètre courant.

Il y a 125 millimètres de hauteur et 77 de base. La largeur de la table de roulement ne dépasse pas 17 millimètres.

Son mode d'éclissage est celui en usage sur les chemins allemands et autrichiens qui emploient le rail Vignole (Mein-Weser, Vienne à Raab, etc.)

Les rails sont fixés au moyen de crampons sur les traverses, qui sont espacées de 1 m. 30. On ne se sert de contre-rails que dans les aiguillages.

Une voie semblable à celle des tramways de Moscou, a été proposée à la municipalité de Lille avant l'adoption de la voie Marsillon, mais elle n'a pas cru devoir l'accepter, et on ne



Fig. 76. — Voie à rail Vignole sur traverses.

saurait l'en blâmer. Les voies de ce genre ne sont pas admissibles dans les grandes villes.

94. Observations générales sur les voies de tramways. Éclissage des rails.

En terminant la revue des systèmes de voies de tramways en usage en France, il nous reste à signaler leurs défauts les plus saillants. Nous placerons en première ligne le mauvais éclissage des rails. Sauf la voie Marsillon et la voie Broca, qui ont pris aux chemins de fer leur mode d'éclissage, toutes les autres laissent fort à désirer sous ce rapport. La plaque en fer — que l'on fait le plus souvent en fonte, par raison d'économie — logée dans l'entaille de la longrine, sous les deux bouts de rails, ne peut pas être solidement maintenue en place par quatre crampons comme dans les Tramways-Nord, ou par deux boulons comme dans les Omnibus. Sur les portions de voie exposées au passage fréquent de véhicules de toute espèce pesamment chargés, les attaches finissent par prendre du jeu, les extrémités des rails se déplacent, et quand un car passe dessus il se

produit un choc. Sur une voie mal éclissée et avec des rails de 6 mètres, ce choc se répète tous les 3 mètres, les joints étant alternés. De là, ces soubresauts qu'éprouve le car à chaque joint, et qui finissent par fatiguer les voyageurs.

La fonte ne convient pas pour les plaques d'éclisses, parce qu'elle se casse facilement. Quand on l'emploie, le mieux est de placer dessous une plaque de tôle sur laquelle se reporte le travail du fer. En ce qui concerne les attaches, on ne saurait trop insister sur la nécessité de les avoir solides.

95. Largeur de l'ornière.

La largeur de l'ornière autorisée jusqu'à présent était de 0m. 030; elle est réduite aujourd'hui à 0 m. 029. Mais avec l'usure, l'ornière s'élargit, et, au moment où la voie doit être remaniée, il arrive quelquefois que les roues des petites voitures, qui n'ont que 0 m. 040 de largeur aux bandages, s'engagent dans la dépression du rail. En courbe, on est autorisé à porter à 0 m. 035 la largeur de l'ornière.

96. Attache des rails.

Les boulons à écrou traversant verticalement la longrine, tels que les emploie les Omnibus pour les attaches des rails, doivent être rejetés. Quand il faut remplacer un écrou, ou seulement en opérer le serrage, il est nécessaire, comme nous l'avons dit, de déchausser la longrine et de la retourner. Lorsque le boulon prend du jeu, l'eau pénètre dans le bois et le pourrit. Tout système de voie où l'on est obligé de percer le rail verticalement, et surtout l'ornière, est vicieux et doit être proscrit.

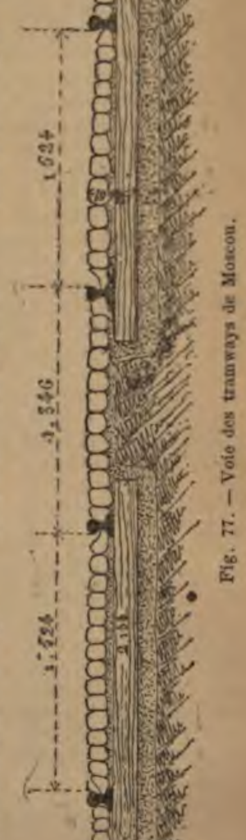


Fig. 77. — Voie des tramways de Moscou.

97. Inconvénients des traverses pour le pavage.

Pour maintenir le parallélisme des rails les traverses sont-elles préférables aux entretoises? Les ingénieurs de tramways répondent affirmativement, quand il s'agit d'employer les machines pour la remorque des cars, mais, au point de vue du pavage, les entretoises sont préférables,

En effet, il faut aux pavés un matelas de sable de 0 m. 15 d'épaisseur que l'on peut, à la rigueur, réduire à 0 m. 07.

Avec des pavés cubiques de 0m. 16, la hauteur de la longrine au-dessus de la traverse devra être :

de 0 m. 07 + 0 m. 16 = 0 m. 23.

Avec des pavés de 0 m. 23, elle serait :

de 0 m. 07 + 0 m. 23 = 0 m. 30,

c'est-à-dire que le bras de levier tendant au renversement des longrines varie de 0 m. 23 à 0 m. 30 ; ce qui est considérable. Si l'on veut réduire notablement la couche de sable sur les traverses et la ramener à 2 ou 3 centimètres seulement, il arrive que les pavés placés sur la traverse tassent moins que leurs voisins, et qu'après quelques mois d'usage, les chevaux suivant toujours la même piste, la chaussée offre entre les rails une succession de parties valonnées difficiles à parcourir.

L'emploi des entretoises n'offre pas le même inconvénient, et pour la traction animale, elles ont une solidité suffisante pour maintenir à l'écartement normal les deux files de rails.

98. Le parallélisme des voies de tramways est nécessaire.

Le parallélisme des voies de tramways est nécessaire, et, pour le conserver, il faut que la voie soit entretoisée. Telle n'est pas, nous l'avons dit, l'opinion de la Compagnie des Omnibus dont la voie n'a ni traverses ni entretoises. Les voitures n'ayant de boudins aux roues que d'un côté, subissent un mouvement de lacet très prononcé quand on accélère la vitesse ordinaire. A ce moment-là, elles deviennent fatigantes pour les voyageurs. Le mouvement des cars du Nord et du Sud est plus régulier et plus doux.

Sans doute, il y a une économie *apparente* à ne pas employer de traverses ou d'entretoises, mais la solidité de la voie s'en ressent. Les longrines des deux files n'étant pas reliées, tendent à se renverser sous les poussées latérales du roulage. Dans une ville comme Paris, il ne faut pas compter sur le pavage pour soutenir les longerons, car, malgré les réparations

fréquentes auxquelles il donne lieu, il y a toujours des vides entre les pavés et les rails.

Comme les voies des Omnibus sont parcourues par le matériel du Nord et du Sud, le manque de parallélisme lui est d'autant plus nuisible que les cars portent un boudin à chaque roue. Le jour où la traction mécanique se substituera à la traction animale, il faudra refaire en entier les voies des Omnibus, et ce sera là une dépense sérieuse.

CHAPITRE SIXIÈME

99. Largeur des rues où l'on peut poser un tramway.

La largeur entre les bords extérieurs des rails est de 1 m. 44 pour les tramways à voie large, de 1 m. 00 et 0 m. 75 pour les tramways à voie étroite.

Avant le décret du 6 août 1881, le maximum de largeur des cars était fixé à 2 m. 20, toutes saillies comprises. Aujourd'hui, il est de 2 m. 80 pour la largeur des caisses de la voie large, et de 3 m. 10 pour la largeur du matériel roulant, y compris toutes saillies, notamment celle des lanternes et des marchepieds.

Pour les voies étroites, la largeur des caisses et des chargements ne peut dépasser 2 m. 50 pour la voie de 1 m. 00 et 1 m. 875 pour celle de 0 m. 75. Le maximum, toutes saillies comprises, est de 2 m. 80 pour la première et de 2 m. 175 pour la seconde.

La largeur de l'entrevoie doit être réglée de telle façon, qu'entre les deux parties les plus saillantes de deux véhicules qui se croisent, il y ait un intervalle libre d'au moins cinquante centimètres (0 m, 50)

Il est facile de déterminer, à l'aide de ces chiffres, l'espace que doit occuper un tramway sur une voie publique, les maxima donnés plus haut étant admis.

Pour la voie de 1 m. 44, la largeur du matériel roulant, toutes saillies comprises, étant de 3 m. 10, le débord des cars sur le rail extérieur sera

$$\text{de } \frac{3 \text{ m. } 10 - 1 \text{ m. } 44}{2} = 0 \text{ m. } 83.$$

La largeur de la voie publique occupée par les cars sera donc :

Avec voie simple, de 3 m. 10 ;

Avec voie double, de 3 m. 10 + 0 m. 50 + 3 m. 10 = 6 m. 70.

Pour déterminer la largeur qu'une rue doit avoir pour recevoir une ou deux voies de tramways, il suffit d'ajouter à 3 m. 10 le double de 2 m. 60, c'est-à-dire de l'espace réservé de chaque côté de la voie aux véhicules ordinaires, et on a 3 m. 10 + 2 m. 60 × 2 = 8 m. 30 pour la voie simple, et 6 m. 70 + 2 m. 60 × 2 = 11 m. 90 pour la voie double.

Ainsi, en adoptant le maximum de largeur autorisée pour les cars, toute saillie comprise, il faudrait qu'une rue ait au moins 8 m. 30 pour recevoir une voie de tramway, et 11 m. 90 pour en recevoir deux.

Les cars ont généralement de 2 mètres à 2 m. 10 de large. A Bordeaux, leur largeur maximum a été fixée à 1 m. 90. Le public trouve qu'elle est suffisante, et peu de personnes s'aperçoivent de la différence qu'il y a, à ce point de vue, entre les cars bordelais et les cars parisiens.

En se contentant de la largeur de 2 mètres, qui est celle des voitures des Omnibus de Paris, le minimum de largeur qu'une rue devrait avoir pour qu'on puisse y loger une voie simple ne serait plus que 7 m. 20, et 7 m. 10 si on ne donnait aux cars que 1 m. 90 comme à Bordeaux.

La largeur de 1 m. 90 ne nous paraît pas susceptible d'être réduite dans les villes. En conséquence, l'adoption de la voie de 1 mètre et de celle de 0 m. 73 ne changerait pas le chiffre de 7 m. 10

En Angleterre, les largeurs minima des rues où l'on peut poser des tramways, sont à peu près les mêmes qu'en France : de 7 mètres à 7 m. 30 pour une voie et de 9 m. 75 à 10 mètres pour deux. La distance entre la saillie extrême des cars sur les rails — qui est de 27 centimètres — et les trottoirs est de 2 m. 63.

En Belgique, on ne place les tramways dans l'axe des chaussées que dans les rues où la circulation est peu active. Le plus souvent on les pose à 3 mètres de l'un des trotttoirs des maisons et à 0 m. 50 ou 1 mètre des trottoirs, des squares, parcs, etc.

Les largeurs minima des trottoirs entre chaussées où les tramways sont admis, varient suivant les villes. A Bruxelles, la largeur minima est de 7 m. 50 ; à Anvers, elle n'est plus que de 7 mètres; enfin, à Gand, elle descend à 6 m. 45 entre maisons et à 5 mètres entre trottoirs.

L'expérience a démontré aux États-Unis, que dans les rues étroites dont la largeur n'excède pas 5 mètres, on peut poser une voie de tramway, à la condition de laisser, sur un des côtés

de la chaussée, un espace suffisant pour permettre à une voiture de circuler ou de stationner. On va même plus loin, et dans quelques quartiers de New-York, des rues telles que Church-Street, qui n'a que 6 m. 10 de large, reçoivent deux voies sur lesquelles les cars roulent toute la journée.

100. Résistances au roulement dans les courbes.

L'obligation, pour les tramways, de suivre le tracé des voies publiques sur lesquelles on les installe, a pour conséquence l'emploi de courbes à petits rayons, qui sont la cause de résistances considérables au roulement.

La première de ces résistances est le glissement des roues qui doivent toujours effectuer le même nombre de tours que leur essieu dans sa boîte; mais comme dans une courbe le rail extérieur et le rail intérieur n'ont pas la même longueur, les roues n'ont pas la même distance à parcourir. Celle du rail intérieur, si elle était libre, serait obligée de faire un plus grand nombre de tours que celle du rail intérieur pour compenser cette différence de parcours. Or, comme cela ne lui est pas possible, il arrive qu'en effectuant leur rotation dans le passage d'une courbe, les roues subissent un mouvement de glissement en avant et en arrière, suivant leur position respective.

A la résistance du glissement, il faut ajouter celle du frottement du boudin contre la face extérieure du rail et du contre-rail.

La surface de roulement des roues d'un tramway se compose, comme pour les chemins de fer, d'un tronc de cône raccordé par un congé à une portion de tore. En ligne droite, la circonférence du tronc de cône doit se trouver dans l'axe du rail. En courbe, il n'en est plus de même. Le car tendant à s'éloigner du centre, le roulement s'effectue, pour les roues extérieures, sur une circonférence plus grande, et, pour les roues intérieures, sur une circonférence plus petite.

Le jeu des essieux est l'amplitude de leur déplacement transversal de chaque côté de la circonférence moyenne des bandages.

Un véhicule de tramway repose sur deux essieux généralement parallèles et reliés à un cadre rectangulaire rigide, comme dans les wagons de chemins de fer, avec cette différence, toutefois, que l'écartement des essieux est moins grand.

De cette disposition, résulte l'impossibilité pour le véhicule de se prêter aux mouvements que nécessite le passage d'une courbe de rail.

Dès le moment que l'essieu d'avant est engagé dans la courbe, pendant que celui d'arrière est encore en alignement, le premier

tend à suivre la tangente et à continuer son mouvement rectiligne. Les boudins s'inscrivent suivant une courbe dans l'ornière, qui représente une demi-couronne circulaire. Il y a disposition de l'essieu au déraillement, la roue du côté extérieur tendant à monter sur le rail, et sa conjuguée sur le contre-rail du rail intérieur. Pour que les roues se maintiennent dans l'ornière, il faut que l'attelage ramène l'essieu d'avant vers le centre de la courbe. Ce même fait se produit pour l'essieu d'arrière dès qu'il a quitté l'alignement droit.

De là, des frottements considérables contre le revers de l'ornière, frottements d'autant plus grands que l'ornière est plus étroite et les essieux plus écartés. Si, par une disposition quelconque, on pouvait arriver à incliner les essieux de manière à ce que leur axe fut toujours dirigé vers le centre de la courbe, les frottements disparaîtraient. C'est ce qui arrive pour le premier essieu des voitures-tramways des Omnibus. Leur avant-train mobile et l'absence de boudins d'un même côté, facilitent leur passage dans les courbes à petits rayons.

Une troisième résistance, moins sensible, cependant, sur les tramways que sur les chemins de fer à locomotives à cause de la vitesse, est l'action de la force centrifuge.

Dans les circuits formés par deux files de rails courbes, elle chasse les roues contre les rails de la plus grande courbe, et donne lieu ainsi à un frottement de leurs rebords contre ces rails.

En résumé, les résistances dans les courbes proviennent :

1° De la fixité des essieux. Le travail dû au frottement est proportionnel à la largeur de la voie et en raison inverse du rayon de la courbe ;

2° Du parallélisme des essieux. La résistance est proportionnelle à l'écartement des essieux et en raison inverse du rayon de la courbe ;

3° De l'action de la force centrifuge, qui se développe avec une intensité proportionnelle au carré de la vitesse et en raison inverse du rayon. Mais les courbes de tramways étant généralement franchies au pas, cette influence est peu sensible.

Divers subterfuges permettent de diminuer les résistances dans les courbes. L'augmentation de largeur donnée à l'ornière, l'emploi de roues folles d'un même côté des véhicules, un certain jeu laissé à l'essieu dans les plaques de garde, l'élargissement de la voie, enfin, le remplacement du rail intérieur par un rail plat, sont autant d'atermoiements auxquels on a souvent recours, mais qui n'en laissent pas moins subsister une grande partie des résistances que nous venons de signaler.

101. Courbes de raccordement.

Pour éviter que le changement de direction d'un tramway passant d'une rue dans une autre soit trop brusque, on raccorde les deux alignements droits par une courbe qui leur est tangente.

Dans les tramways, comme dans les chemins de fer, les courbes sont presque toujours des arcs de cercle. Cependant, en Angleterre, on a quelquefois recours à des arcs de parabole.

Connaissant l'angle sous lequel se coupent deux chaussées et le rayon, qui est généralement donné, il est facile de déterminer la longueur des tangentes, et, par suite, les points où commence et finit la courbe.

Les bornes de cet ouvrage ne nous permettent pas de donner ici les procédés dont on se sert pour tracer les courbes sur le terrain. Nous ne pouvons que renvoyer nos lecteurs aux différents traités spéciaux, et, notamment, au *Manuel pratique du Conducteur de travaux*, de M. Kohler, sous-chef de section au chemin de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée (1). Ils trouveront dans cet ouvrage, sous une forme commode, les méthodes diverses pour le tracé des arcs de cercle.

Pour diminuer dans le raccordement de deux alignements consécutifs l'effort qu'ont à faire les chevaux pour changer de direction, il faut donner à l'arc de cercle un rayon aussi grand que le permet l'espace dont on dispose au croisement de deux chaussées.

Dans le raccordement de deux alignements, la voie peut être maintenue dans l'axe des chaussées, ou rejetée aux abords des courbes sur le bord des trottoirs.

Suivant l'angle de croisement et la largeur des rues, on adopte l'une ou l'autre de ces dispositions.

102. Valeurs minima de l'angle et valeurs maxima des rayons au croisement de deux chaussées.

Dans une note très intéressante sur les courbes de raccordement des tramways, publiée dans les *Annales des ponts et chaussées*, M. Raillard, ingénieur en chef du département du Nord, a donné différents tableaux à l'aide desquels on peut déterminer :

1° Les valeurs minima de l'angle de croisement permettant un raccordement en arc de cercle de 15 mètres ou de 50 mètres

(1) *Le Manuel pratique du Conducteur de travaux* a été édité par MM. E. Bernard et Cie.

de rayon, les tramways étant placés sur l'extrême bord des chaussées ou dans l'axe ;

2° Les valeurs maxima des rayons des arcs de cercle de raccordement au croisement de deux chaussées se coupant à angle droit, les tramways étaient placés sur l'extrême bord des chaussées ou dans l'axe.

Pour déterminer ces valeurs, l'auteur a établi une formule dans laquelle il a fait entrer la largeur des voitures de tramways qu'il fixe à 2 m. 10. Les rayons donnés dans ces tableaux

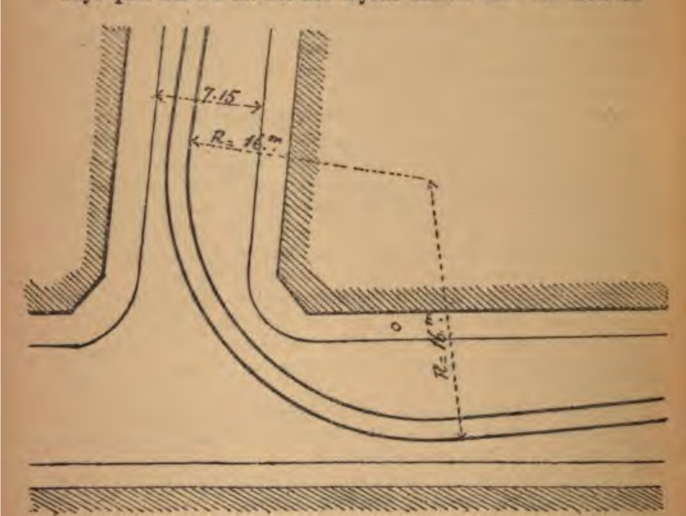


Fig. 78. — Tracé d'une voie de tramway au croisement de deux chaussées.

sont ceux de la courbe qui représente la projection horizontale d'un car parcourant l'arc de cercle. Il résulte des calculs auxquels s'est livré M. Raillard, qu'au croisement de deux chaussées ayant le minimum de largeur autorisée, soit 7 m. 10, il faut que l'angle dépasse 79 degrés si on veut avoir un rayon de 13 mètres seulement, et, même dans ce cas, il est nécessaire de placer la voie sur le bord extrême des chaussées. Cet angle doit être supérieur à 109 degrés si le tramway est placé dans l'axe de la rue,

Lorsque deux chaussées de 7 m. 10 se croisent à angle droit,

le rayon maximum que l'on peut donner à la courbe est supérieur à 18 mètres si le tramway est placé le long des trottoirs, et égal à 9 m. 67 s'il est dans l'axe de la chaussée. Pour obtenir un rayon de 15 mètres dans ce dernier cas, il faut que la somme des largeurs des deux chaussées soit supérieure à 20 mètres.

En tenant compte de la forme arrondie que l'on donne à l'angle de croisement des trottoirs, on peut ne pas placer la voie sur l'extrême bord des chaussées, et conserver un certain espace entre le véhicule et les trottoirs. C'est ce qu'on a fait à Lille, en adoptant un rayon de 16 mètres pour les rues ayant le minimum de largeur, ce qui permet aux cars de passer à 60 centimètres de l'un des trottoirs.

103. Largeur de l'ornière dans les courbes.

M. Raillard a calculé la largeur que doit avoir l'ornière du rail, dans les courbes d'un rayon déterminé, pour éviter le frottement du boudin des roues contre la face opposée de la rainure. Cette largeur doit être d'autant plus grande que le rayon est plus petit. Si on suppose un car monté sur des roues ayant un diamètre de 0 m. 726, des boudins de 15 millimètres d'épaisseur, et un écartement d'essieux de 1 m. 55, on trouve par la formule de M. Raillard, qu'il faut que l'ornière ait une largeur de 0 m. 0276, pour que la partie plongée du boudin ne vienne pas frotter contre la face intérieure de la rainure, ce qui est à craindre avec des essieux parallèles et des roues calées sur ces essieux. Pour un écartement d'essieux de 1 m. 70, les autres données restant les mêmes, il faudrait que l'ornière présentât une largeur de 0 m. 0288. Le décret du 6 août 1881 autorisant la cote de 0 m. 035 pour la largeur d'ornière dans les parties courbes, on voit que l'on n'a pas à redouter le frottement signalé plus haut, et que l'écartement d'essieux de 1 m. 70 ne doit pas être considéré comme un maximum.

Quant au frottement du mentonnet contre la surface extérieure de la rainure, on comprendra, si l'on se rappelle ce que nous avons dit à cet égard, qu'il peut être atténué en élargissant la voie d'une quantité qui doit être déterminée par l'expérience, ainsi que le fait remarquer M. Raillard, et qui dépend de l'ornière.

Si le contre-rail est plus bas que le rail, comme cela a lieu sur quelques tramways belges, il faut prendre garde que, dans les courbes raides, le boudin de la roue en s'avançant vers l'axe de la voie ne sorte de l'ornière. En Belgique, cela est moins à redouter, parce qu'on emploie des rails spéciaux pour la courbe; mais sur certains tramways où le rail de la courbe ex-

térieure est le même que celui des alignements droits, avec un contre-rail plus bas que lui, on a été obligé, pour maintenir les cars sur la voie, de porter la saillie du boudin de 13 et 15 millimètres qu'elle est ordinairement à 17 millimètres; on ne laisse ainsi que 6 millimètres entre le fond de l'ornière et le dessous du boudin.

104. Minimum de rayon pour les courbes de Tramways.

Les besoins de l'exploitation, l'écartement des essieux et certaines conditions inhérentes à la construction des cars, obligent les Compagnies de tramways à proscrire des rayons de courbure trop raides.

Cependant, en Amérique, le rayon descend quelquefois à 10 mètres (fig. 36). En Angleterre, on considère 12 mètres comme un chiffre qu'il ne faut pas réduire. En Belgique, le minimum est de 14 mètres. A Lille, le rayon des courbes posées jusqu'à présent n'est pas descendu au-dessous de 16 mètres.

Les courbes de 20 mètres posées à Paris à l'origine des tramways ont dû être changées.

En général, il ne faut pas admettre de rayon au-dessous de 25 mètres. Pour les courbes dont le rayon est inférieur à 40 mètres, il faut employer un rail à ornière et un rail plat, ainsi que cela se pratique en Amérique, en Belgique, etc.

105. Rail plat pour courbes.

Le rail plat commence et finit avec la courbe. A son point de jonction avec le rail creux, il y a une différence de niveau.

En effet, là où se termine le rail creux, la roue cesse de rouler sur son bandage et commence à rouler sur son boudin. Si l'ornière a 20 millimètres de creux et le boudin 17 millimètres de hauteur, il faut que le rail plat soit en surélévation du fond de l'ornière de 3 millimètres, pour que le boudin n'éprouve pas de choc en quittant le rail creux et que, dans le sens inverse, la jante puisse, sans secousse, reprendre sa place sur la plate-forme de roulement.

Pour faciliter la transition du rail plat au rail creux, il est prudent de terminer les abouts de ce dernier en biseau (fig. 83 et 89). On évite ainsi les chocs du boudin contre le rail, ce qui ne manque pas de se produire, par l'effet de la force centrifuge, lorsqu'un car passe la courbe avec une certaine vitesse.

106. Surhaussement donné au rail extérieur.

M. Raillard a calculé, pour différents rayons et pour différentes vitesses, le surhaussement à donner au rail extérieur pour contrebalancer l'effet de la force centrifuge.

Il trouve, par exemple, que pour un rayon de 15 mètres, le surhaussement doit être de 12 millimètres pour une vitesse de 4 kilomètres à l'heure, et de 50 millimètres pour la vitesse de 8 kilomètres, qui est celle des tramways dans les villes. Les courbes raides devant toujours être franchies au pas, c'est-à-dire à l'allure de 4 kilomètres environ, la surélévation de 13 à 17 millimètres, suivant la saillie du boudin, due au roulement sur le rail plat, dispense de surhausser la voie du côté de la courbe extérieure. Ce surhaussement, d'ailleurs, n'est pas toléré lorsque la voie est placée dans l'axe des chaussées. Ce n'est que dans des cas bien rares, qu'on est autorisé, en France, à modifier le niveau d'une chaussée pour améliorer le tracé d'un tramway.

Dans le cas d'une voie double posée sur une rampe, on remplace par un fer plat le rail extérieur de la voie que suivent les cars en montant, et on conserve le rail à ornière pour celle qu'ils parcourent en descendant. Le frottement dû à la courbe vient en aide au frein et modère la vitesse.

107. Bifurcation.

Lorsqu'une voie s'embranche sur une autre, il y a bifurcation. Une des files de rail de la voie d'embranchement coupe, à un point et sous un angle déterminés, une des files de rails de la voie principale (fig. 82).

Ainsi que nous l'avons vu au § 29, l'appareil à l'aide duquel on fait passer les cars d'une voie sur une autre s'appelle *changement de voie*, et le point de coupure des files de rails se nomme *croisement de voie*.

Toute voie qui se bifurque comprend un *changement de voie* et un *croisement*. Plusieurs cas de bifurcation peuvent se présenter.

1° Il y a déviation ou soudure de l'embranchement à droite ou à gauche de la voie principale, celle-ci restant en alignement droit (fig. 94);

2° Les deux voies ont une déviation symétrique, à droite et à gauche suivant le même rayon, ou une déviation différente suivant des rayons différents (fig. 95);

3° Enfin, la voie principale étant en courbe, la déviation de l'embranchement a lieu, soit dans le sens de la courbe, soit dans le sens opposé.

Ce dernier cas présente de sérieuses difficultés au point de vue de l'exploitation, lorsque les rayons des courbes ne sont pas suffisamment grands. Il faut l'éviter le plus possible.

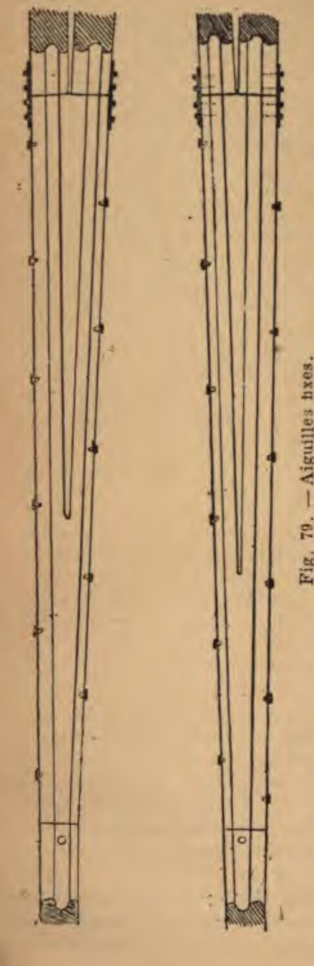


Fig. 79. — Aiguilles fixes.

108. Aiguilles.

Un changement de voie comprend deux plateaux en fontes dits *aiguilles*, qui ont la forme de deux trapèzes allongés, dont l'un des grands côtés serait en courbe (fig. 79).

Sur la face supérieure de chaque aiguille, sont profilés des bourrelets qui correspondent aux champignons et aux contre-rails des rails entre lesquels la plaque de fonte est intercalée. Le bourrelet du milieu, qui a en plan une forme triangulaire, sert à la fois de rail et de contre-rail. Il va en s'amoindrissant du côté de la pointe, et finit par se fondre vers le milieu de la plaque, sous un angle plus ou moins oblique, en une arête de séparation pour les deux voies. La partie opposée à la pointe s'appelle *talon*.

La figure 79 donne le dessin de deux aiguilles fixes, l'une à droite, l'autre à gauche. Dans la figure 80, la coupe en travers de l'une des aiguilles, prise au talon, montre à droite le bourrelet servant de table de roulement; au milieu, celui de la partie triangulaire qui forme l'aiguille proprement dite et, enfin, à gauche le bourelet du contre-rail. La figure 81 est une coupe de l'aiguille à la partie

de la plaque marquée dans la figure 79 par un trait à gauche

L'aiguille à droite a la table de roulement infléchi à droite, le contre-rail restant rectiligne.

Dans l'aiguille à gauche, la table de roulement reste rectiligne et le contre-rail est infléchi à gauche.

Voilà pour les deux modèles servant au rail de droite de la voie.



Fig. 80. — Coupe en travers de l'aiguille au talon.

Pour le rail de gauche, il y en a également deux qui présentent une disposition toute différente.

Ainsi, dans l'aiguille à droite, le contre-rail est infléchi à droite, et la table de roulement reste rectiligne.

Dans l'aiguille à gauche, c'est le contraire qui se produit. La table de r ulement est infléchie à gauche, et le contre-rail reste rectiligne.



Fig. 81. — Coupe en travers de l'aiguille à la pointe.

Les ornières des aiguilles ont la largeur et la profondeur de celles des rails entre lesquels elles sont placées, sauf dans le voisinage de la pointe où elles se réunissent en une seule, ayant un évasement assez grand pour que le bandage de la roue puisse s'y encadrer facilement. Dans le but de l'empêcher de coincer dans l'ornière, quand il vient de quitter la table de roulement, on a ménagé des plans inclinés qui rachètent la différence de niveau entre la plaque et le dessus des bourrelets, et facilitent le passage gradué du boudin, d'un fond à l'autre. Si on prolonge la pointe de l'aiguille, comme aux Tramways-Nord, de manière à avoir à son extrémité une largeur d'ornière assez resserrée pour que la roue puisse passer de la plate-forme du rail sur la pointe sans rouler sur le boudin, le plan incliné ménagé dans la fonte devient inutile.

109. Passage d'un car sur un changement de voie.

La figure 83 indique la déviation de l'embranchement sur la gauche. Si le cocher ne doit pas quitter la voie principale, il n'a qu'à incliner légèrement son attelage sur la droite, afin de maintenir le bandage des roues de droite sur le rail, et de faire traverser aux roues de gauche la partie comprise entre le commencement de la courbure de l'aiguille et sa pointe. Cette manœuvre ne présente pas de difficultés.

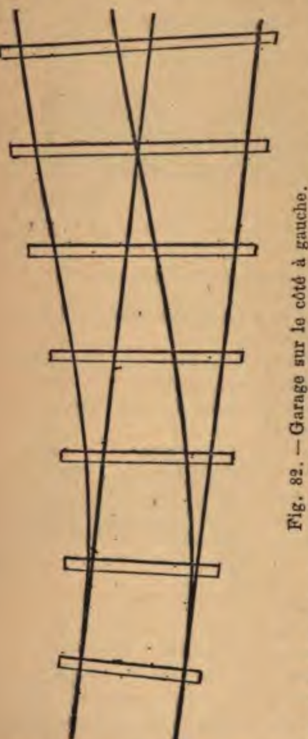


Fig. 82. — Garage sur le côté à gauche.

Il n'en est pas de même pour passer sur l'embranchement, lorsque le rayon de la courbe ne dépasse pas 20 mètres, comme dans la figure 83. Le rail de gauche étant légèrement cintré à partir de l'origine de l'aiguille, il faut que le cocher répète la même manœuvre que pour la voie principale, mais en l'accentuant davantage, le véhicule ayant de la tendance à continuer son mouvement en ligne droite. Ce n'est qu'en faisant appuyer l'attelage vers la gauche, en *braquant* d'autant plus que la courbe est plus raide, qu'il parviendra à maintenir les roues de gauche sur le rail et à les empêcher de grimper sur la pointe d'aiguille, circonstance qui provoquerait infailliblement le déraillement

Si dans le passage de la voie principale sur l'embranchement, le cocher n'est pas maître de la vitesse de son car et qu'il *braque* trop, il y a à craindre que le véhicule ne vienne

frapper les jambes des chevaux attelés sur une volée ou un palonnier. Avec une flèche, le fait ne peut pas se produire; il suffit de faire appuyer le cheval de droite sur la flèche pour opérer le changement de voie. Mais pour que cette poussée se fasse sans inconvénients pour le cheval, il ne faut pas que la flèche soit placée trop bas, ainsi que cela a lieu, malheureusement trop souvent, dans les Compagnies inexpérimentées.

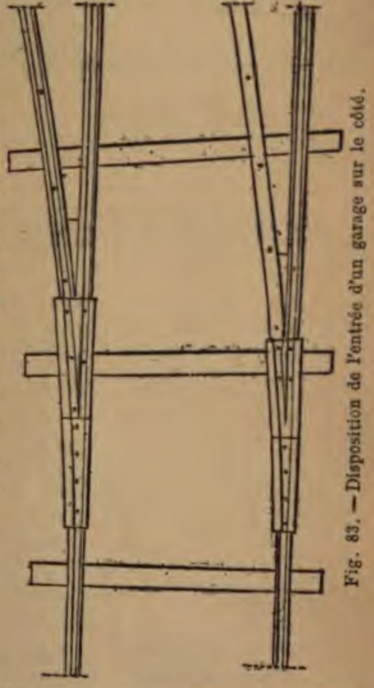


Fig. 83. — Disposition de l'entrée d'un garage sur le côté.

Le braquage exagéré imposé aux chevaux, par certains cochers, dans les changements de voie à aiguilles fixes, a pour effet de fatiguer inutilement les attelages et de vicier leur allure. Il peut en résulter pour la cavalerie des accidents graves, surtout avec de jeunes chevaux qui ne sont pas suffisamment dressés. On a à redouter les fausses directions, et, souvent, des déraillements qui peuvent amener une rencontre avec la voiture stationnant sur une voie d'évitement.

110. Aiguille mobile.

Ces diverses considérations doivent faire proscrire le plus possible la prise des aiguilles par la pointe. En remplaçant une des aiguilles fixes par une aiguille mobile tous les inconvénients que nous venons de signaler disparaissent.

La figure 84 représente l'aiguille mobile des Tramways-Nord. Elle ne diffère de l'aiguille fixe adoptée par cette Compagnie, qu'en ce que la pointe qui sépare les deux ornières est

prolongée et mobile autour d'un axe vertical (fig. 84 et 85).

Cette pointe, en acier forgé, a 1 m. 75 de longueur. Elle est manœuvrée par le conducteur du car de manière à fermer soit l'une, soit l'autre des ornières, suivant la voie que l'on doit parcourir.

On a ménagé dans le rail et dans le contre-rail une retraite où la pointe de l'aiguille se loge convenablement, suivant



Fig. 84. — Aiguille mobile.

la position qu'elle occupe. On évite, par cette disposition, les chocs qui ne manquent pas de se produire lorsque le boudin des roues rencontre la pointe en saillie dans l'ornière.

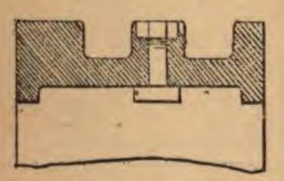


Fig. 85. — Coupe en travers de l'aiguille mobile à son pivot.

Pour permettre à l'aiguille de résister aux chocs qui se produisent au passage des voitures, on lui a donné une certaine hauteur, et on a réservé dans l'ornière un creux pour recevoir la partie renforcée.

Lorsque d'une ligne à double voie se détache un embranchement également à double voie, comme cela a lieu, par exemple, pour les Tramways-Nord, à la bifurcation du boulevard Péreire, on place une aiguille mobile sur la voie d'aller. La déviation ayant lieu à droite, c'est sur la file des rails de gauche qu'on a installé l'aiguille. Sur les voies de retour, la prise des aiguilles se fait par le talon. La Compagnie des Tramways-Nord a multiplié les aiguilles mobiles sur ses lignes, notamment aux *terminus* pour changer la direction des voitures. On ne paraît pas avoir à se plaindre de leur installation.

111. Aiguille des Tramways-Nord.

Les aiguilles des Tramways-Nord sont en fonte d'acier, quelques-unes même en acier forgé entaillé à la machine à raboter. Elles ont 3 m. 10 de longueur sur 55 millimètres d'épaisseur au minimum. Elles reposent sur des plateaux en chêne parfaitement calibrés à la largeur des plaques, ayant 14 centimètres d'épaisseur comme les longrines, et dépassant l'extrémité des aiguilles, du côté le plus étroit, de 10 centimètres, et de l'autre côté, de 60.

Les plaques sont reliées aux plateaux en bois au moyen d'agrafes latérales (fig. 86). Chaque agrafe est fixée au plateau par des clous. On répand une forte couche d'enduit, soit enduit Lassabe, soit glu marine, entre le dessous de la plaque et la face supérieure du plateau, afin d'obtenir, sans aucun vide, une adhérence complète de la fonte avec le bois.

Les plaques sont en deux morceaux assemblés en queue d'aronde. Le nombre des agrafes est de 10 pour chaque plaque, soit 20 en tout.

Les parties des plateaux qui dépassent la plaque sont profilées pour recevoir les rails adjacents. La liaison de ces rails avec les bourrelets correspondants a lieu au moyen d'éclisses spéciales, dont une partie plate s'engage, sous le rail de la plaque, dans un vide ménagé à cet effet, et l'autre, épousant la forme du dessous du rail, reçoit un des rails d'about. Entre la bifurcation des deux rails, on place une petite plaque de fonte striée à sa surface, ayant 60 centimètres de longueur. De forts boulons traversent, dans l'axe de l'aiguille, les plaques en fonte et les plateaux en bois.

Le rayon de courbure dans l'étendue de la plaque est invariablement de 30 mètres pour les courbes concentriques, et de 31 m. 44 pour les courbes excentriques.

C'est le même que celui adopté par les Tramways-Nord pour les courbes de raccordement.

112. Courbure des rails

Les aiguilles comprenant, comme nous l'avons vu, deux ornières, l'une rectiligne, l'autre courbe, qui se raccordent tangentiellement. Si l'on donne à l'aiguillage un rayon différent de celui de la courbe qui lui fait suite, il y a, au point de raccordement des deux courbes, un *jarret* plus ou moins prononcé suivant la différence des rayons. Le jarret a pour effet, dans le passage des cars de la partie rectiligne à la partie courbe de

l'aiguillage, de nécessiter un effet de traction considérable qui fatigue l'attelage, et d'occasionner au véhicule un choc préjudiciable à sa solidité.

Avec les rayons adoptés par les Tramways-Nord pour les aiguilles, on raccorde facilement avec elles les courbes de 40 et 50 mètres de rayon et au delà.

L'ingénieur des tramways de Lille, M. Coulanghon, a adopté un type d'aiguilles qui convient pour des rayons variant de 25 à 45 mètres. Au-dessous du premier et au-dessous du second de ces chiffres, un jarret se produit au raccordement de la pièce en fonte et du rail. Les chiffres de 25 à 45 mètres sont convenables pour les rayons de départ d'un embranchement. S'il y a impossibilité de rester entre ces limites, on peut faire fondre des aiguilles spéciales suivant les cas. Mais il est préférable, à tous les points de vue, de n'avoir qu'un type. On évite ainsi la multiplicité des modèles.

Les aiguilles belges n'ont généralement que 2 m. 50 de long. Celles dont on s'est servi à la Compagnie Brésilienne ont les pointes d'inégale longueur; celle de droite a 1 m. 65 et celle de gauche, 1 m. 40. Cette disposition, que l'on retrouve dans presque toutes les aiguilles avec des différences de longueur plus ou moins sensibles, a pour but de faciliter aux cars le passage sur l'embranchement.

Les plaques de fonte se fixent sur les plateaux de différentes manières. Quelquefois, au lieu d'agrafes latérales on emploie les tire-fond ou les boulons. Ce dernier mode est le meilleur. Au reste, sur toutes les lignes où le passage des voitures est fréquent, on ne saurait apporter trop de soin à rendre bien solidaires les plaques d'aiguilles et les rails qui y aboutissent.

113. Raccord de l'aiguille avec les rails adjacents

Sur quelques sections des Tramways-Nord, la liaison de l'aiguille et des rails est différente.

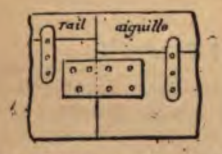


Fig. 86. — Liaison de l'aiguille au talon.

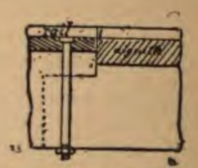


Fig. 87.

Le plateau qui supporte la plaque déborde, du petit côté ement, pour recevoir la longrine du rail adjacent qui est

entaillée. Un boulon à écrou lie le plateau à la longrine. Du côté opposé, les longrines sont fixées au plateau par des éclisses latérales. Les figures 86 et 87 donnent, en élévation et en coupe longitudinale, ce mode de liaison.

114. Plaque de croisement.

A la coupure des files de rails d'une bifurcation, on pose une plaque de croisement ou cœur, en fonte de fer ou d'acier. La figure 89 donne la position qu'occupe ce cœur dans les déviations de voies.

Aux Tramways-Nord, les plaques de croisement reposent sur des plateaux en chêne de 14 centimètres d'épaisseur, et calibrés à la largeur des plaques. Ces plateaux dépassent la plaque à chaque extrémité, pour recevoir les abouts des rails adjacents, avec leur éclissage. Entre les bifurcations des deux

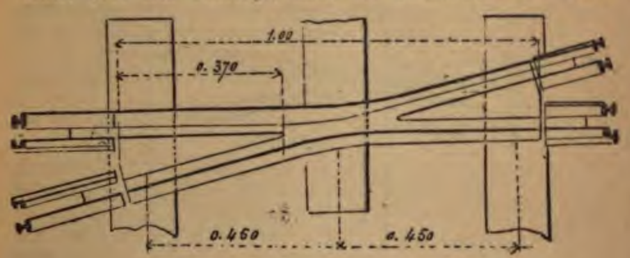


Fig. 88. — Plaque de croisement de Lille.

rails, on pose sur le plateau, de petites plaques en fonte striée à la surface, ayant la forme triangulaire, et maintenues par un tenon pris sous la plaque de croisement et par deux agrafes.

L'épaisseur de ces petites plaques est de 55 millimètres, et leur longueur est telle, qu'à leur extrémité on peut placer, entre les deux rails divergents, un pavé de 10 centimètres de largeur.

On relie les plaques de croisement avec les plateaux, comme les aiguilles, au moyen de 10 agrafes.

Quand la voie ne repose, comme à Lille, que sur des supports transversaux, les plaques d'aiguilles et de croisement sont soutenues par trois ou quatre traverses, suivant la longueur qu'on donne aux aiguilles et aux plaques de croisement (fig. 88). Le poids de ces dernières est, à Lille, de 78 kilogrammes, et leur longueur est de 1 mètre.

Il en est de même pour les voies sur longrines et traverses (fig. 89).

On emploie quelquefois, en Belgique, des plaques de croisement sans rainures, sur lesquelles les boudins des cars roulent comme sur un fer plat de courbe. Avec ce modèle, on met des contre-rails en regard des plaques pour éviter le déraillement des cars.

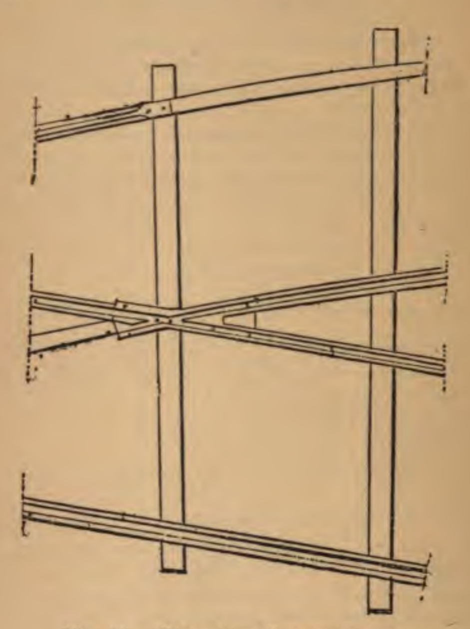


Fig. 89. — Disposition d'un croisement.

115. Angle de croisement.

L'inclinaison des croisements, c'est-à-dire, l'angle sous lequel une file de rails en coupe une autre, et qu'on nomme *angle de croisement*, est laissé au choix du constructeur. Les coupures de rails ayant lieu, généralement, en ligne droite, on peut déterminer à l'avance l'angle de croisement. Il est, à Lille, de 15°, pour les rayons de 40 mètres. Aux Tramways-Nord, il varie de 6 à 10° ; ce dernier chiffre est celui que l'on trouve dans la plupart des changements de voie de la Compagnie. Comme il

n'y a pas d'élément courbe dans les plaques de croisement, les modèles peuvent se réduire à deux :

Premier cas. — Les contre-rails se rencontrent sur une moitié du croisement, et les tables de roulement sur l'autre;

Deuxième cas. — Les contre-rails rencontrent la table de roulement.

116. Croisement à rails coupés.

On remplace souvent les plaques de croisement par la disposition suivante, qui se prête aux cas d'incidence des rails souvent difficiles à régler à l'avance dans les bifurcations.

On interrompt l'un des rails, et on taille en biseau, suivant l'angle d'incidence, les extrémités qui aboutissent au rail continu. Quant à ce dernier, on se contente de l'entailler au burin à la partie supérieure, afin de livrer passage aux boudins des roues. On rend les deux rails solidaires, en réunissant les longrines au moyen d'équerres et de boulons.

117. Traversées des voies de tramways.

Pour les traversées des voies à angle droit, on emploie la même disposition ; il n'y a pas lieu, dans ce cas, de biseauter les extrémités des rails.

A Lille, on entaille une des longrines à mi-bois, et on fixe les deux par des boulons à tête noyée. Ce mode d'attache nous paraît préférable à celui des équerres.

Lorsque le croisement des rails a lieu sous des angles aigus, il se présente un inconvénient pour le pavage. A moins de donner une grande longueur aux aiguilles, il est difficile d'avoir à leurs extrémités assez d'espace entre les rails convergents pour y loger un pavé de 10 centimètres. Après bien des essais infructueux, on est arrivé aux Tramways-Nord à mettre à sa place un pavé artificiel en béton de ciment, modelé sur place et recouvert d'une couche d'asphalte. Ce procédé est celui qui a donné, jusqu'à ce jour, les meilleurs résultats.

118. Raccordement des voies parallèles.

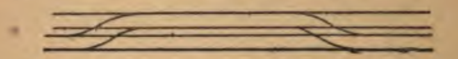
Pour relier deux voies parallèles l'une à l'autre, on pose une voie *diagonale* ou simplement une *diagonale*. Elle comprend un changement à chaque extrémité et deux croisements au passage de chaque voie.

Cette communication s'établit par deux courbes renversées, tangentes l'une à l'autre en un point commun, ou séparées par une tangente commune (fig. 90 et 94).

Ce petit alignement doit avoir, comme longueur, l'écartement d'essieux des voitures, afin que deux paires de roues ne puissent se trouver en même temps sur les deux courbes inverses.

On emploie les diagonales sur les lignes à deux voies pour pouvoir faire le service sur l'une d'elles seulement, dans le cas où l'autre viendrait à être momentanément condamnée. Sur les lignes à voie unique, c'est à l'aide des diagonales qu'on dédouble les voies pour établir les évitements où se croisent les voitures.

La fréquence des départs est une des nécessités de l'exploitation des tramways. Mais, pour que le service s'y fasse avec régularité, il faut que la ligne ait deux voies. Lorsque le peu de largeur des rues n'en admet qu'une, on a recours au système américain. La circulation se fait, pour l'aller, sur la voie unique, et pour le retour, sur une autre voie placée, autant que possible, dans une rue parallèle. Souvent les lignes sont circulaires, et les cars roulent toujours dans la même direction. Cette disposition dispense des gares d'évitement, et ne limite



Figc 90. — Raccordement des voies parallèles.

pas le nombre des départs comme dans le système à croisements, une des plaies de la construction et, surtout, de l'exploitation des tramways.

119. Voies d'évitement.

Ayant à construire et à exploiter une ligne à voie unique, et connaissant la vitesse de marche et le nombre des départs par heure, on peut déterminer graphiquement ou par le calcul le nombre des évitements et leur espacement. En désignant par E cet espacement, par V la vitesse des cars, et par N le nombre des départs, on a la formule :

$$E = \frac{V}{N}$$

Avec une vitesse de 7,200 mètres par heure — 120 mètres par minute, — et des départs tous les 5 minutes, soit 12 départs dans chaque sens et 24, en tout, par heure, la formule devient :

$$E = \frac{7{,}200}{24} = 300 \text{ mètres.}$$

Les évitements doivent donc être distants de 300 mètres.

Mais, en pratique, il est souvent difficile d'établir dans les villes des croisements régulièrement espacés. On est forcé de les reculer ou de les avancer, faute d'emplacement pour loger deux voies, ou parce que l'emplacement convenable se trouve au débouché d'une rue, ou en face d'un monument dont les abords doivent rester libres.

Pour que les croisements se fassent régulièrement avec des départs tous les 5 minutes, il faut que l'espace entre les évitements soit parcouru par tous les cars dans le même laps de temps, ce qui est impossible en pratique, le nombre des arrêts pour prendre ou déposer des voyageurs n'étant pas le même pour toutes les voitures. Pour qu'il en fût autrement, il faudrait que les cars ne s'arrêtassent qu'aux voies d'évitement, c'est-à-dire, dans ce cas, tous les 300 mètres.

Lorsque les évitements sont placés en vue les uns des autres, on peut, en cas de retard ou d'avance, accélérer ou diminuer la vitesse d'un car, de manière à atteindre l'évitement en même temps que celui qu'il doit y rencontrer. Mais il n'en est plus de même lorsque les évitements sont placés dans des directions différentes, et que de l'un d'eux on ne peut apercevoir celui qui le précède et celui qui le suit. Pour éviter la rencontre des cars marchant en sens inverse, il faut avoir recours à des signaux à main, faits par des hommes à poste fixe. C'est là une cause de dépense et de gêne pour l'exploitation.

Ce que nous avons dit à propos des courbes de raccordement s'applique aux voies diagonales. Les côtés courbes des aiguilles doivent s'adapter, sans coude apparent, au rayon de départ. L'emploi des aiguilles rectilignes en forme de V, et dont les tables de roulement font entre elles un angle nettement accentué, doit être proscrit des tramways.

On s'est conformé, en France, pour les tramways, aux règlements qui concernent la police du roulage. Contrairement à ce qui se fait pour les lignes à locomotives et, en Angleterre, pour les tramways comme pour tous les véhicules ordinaires, on fait suivre aux cars la voie de droite. Sur les lignes à voie unique le cocher doit toujours avoir, aux évitements, une voie à gauche.

120. Dispositions diverses des voies d'évitement.

On établit les voies d'évitement de trois manières :

1° Sur l'un des côtés de la voie unique (fig. 94) ;

2° Symétriquement par rapport à l'axe de cette voie (fig. 95) ;

3° Obliquement par rapport à l'axe de la chaussée (fig. 96).

Avec la voie d'évitement placée sur le côté, on préfère, généralement, le sens de la marche étant réglementé, condamner la

voie de gauche et faire disparaître la continuité qui existe entre le rail proprement dit et la pointe de l'aiguille. Pour cela, on

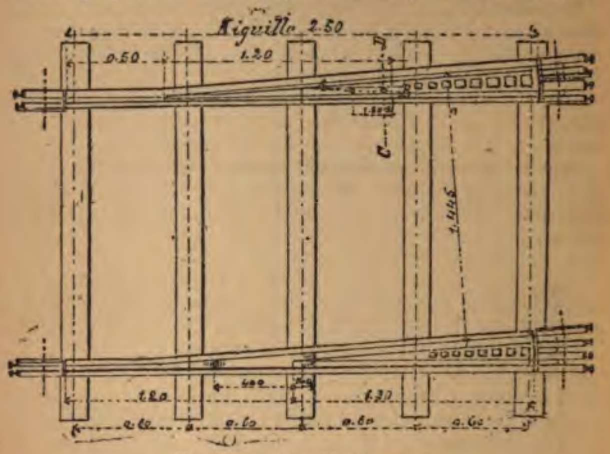


Fig. 91. — Aiguille à ressort.

remplace cette dernière par une tige en acier formant ressort et fixée par deux boulons sur la plaque. Cette tige venant s'ap-

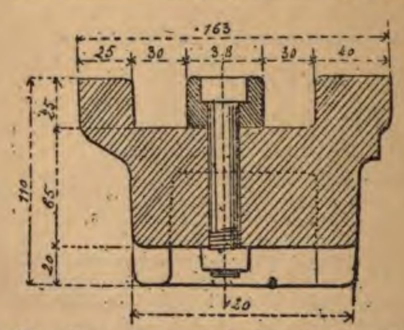


Fig. 92. — Coupe en travers de l'aiguille à son pivot.

puyer sur l'un des rails, rend impossible l'entrée du car dans la voie de gauche. Elle est repoussée par le boudin des roues du car venant en sens inverse (fig. 91, 92 et 93).

Dans le cas de l'évitement symétrique, on facilite la prise de l'aiguille par un artifice que nous avons vu appliquer très heureusement à Lille, dans le tracé des voies de croisement.

La courbe de la voie que l'on doit éviter commence à l'origine même de l'aiguille, tandis que celle de la voie que l'on doit prendre commence à la sortie de l'aiguille, c'est-à-dire 2 m. 50 plus loin. Si le cocher a le soin de maintenir son attelage dans l'alignement de la voie qu'il vient de quitter, il franchit sans difficulté la pointe de l'aiguille et s'engage dans la voie de droite.

Quant à la troisième disposition, celle de la déviation de l'axe de la voie avant l'évitement, elle a été appliquée par la Compagnie des Tramways-Nord sur ses portions de lignes à voie unique.

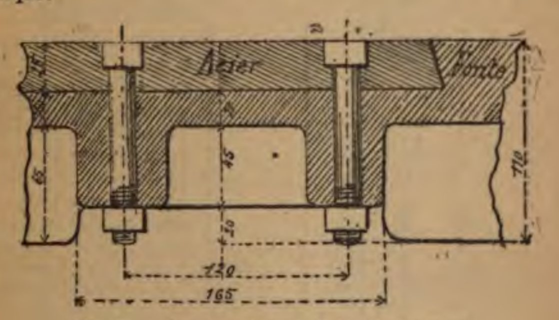


Fig. 93. — Coupe en long de l'aiguille à ressort.

Le cocher n'a qu'à suivre l'alignement sur lequel il se trouve, pour s'engager dans l'évitement dont l'entrée est en ligne droite. Quant à la sortie, elle a lieu en courbe. Il faut avoir soin de ne pas donner aux courbes de trop courts rayons, sous prétexte que le car est engagé dans le croisement, et qu'il n'a plus qu'à en sortir, manœuvre qui se fait toujours au pas. Nous avons vu employer des courbes de 20 mètres de rayon, sans le moindre alignement entre la courbe et la contre-courbe. Nous devons reconnaître que la sortie exigeait, de la part des chevaux, une traction oblique qu'on aurait pu éviter par une meilleure disposition.

Les évitements sur le côté sont les plus employés à l'étranger. A Londres, sur les portions à simple voie des London-Tramways, et dans quelques sections des London-Street-Tramways, on les rencontre fréquemment. Ils ne comprennent,

souvent, que des parties courbes. La diagonale d'entrée et celle de sortie, dont les rayons ne dépassent pas 20 mètres et les aiguilles, 1 m. 50, sont raccordées par des arcs de parabole. Les évitements posés sur les nouvelles sections des London-Street-Tramways sont établis symétriquement. Leur parcours ne présente pas de difficultés.

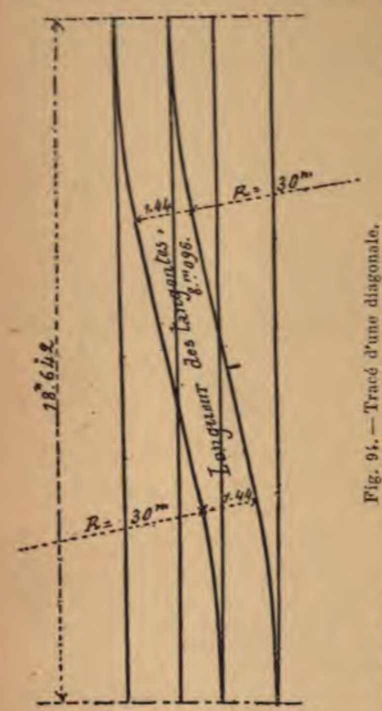


Fig. 94. — Tracé d'une diagonale.

121. Longueurs d'un changement de voie et d'un évitement.

Pour déterminer la longueur l d'un changement de voie, connaissant le rayon R, l'angle de croisement a, et l'espace E, compris entre les axes des deux voies, on peut avoir recours à la formule :

$$l = 2 \text{ tang. } \frac{1}{2} a + E \frac{\cos a}{\sin a}$$

Si on suppose l'angle x ou a de 10°, un rayon de 30 mètres pour les courbes intérieures et de 31 m. 44 pour les courbes extérieures, l'entrevoie de 1 mètre ou de 1 m. 09, suivant qu'on la mesure à l'intérieur des rails (1 mètre), ou à l'axe des rails 1 m. 09), on a :

E = 2 m. 44, et les longueurs suivantes :		1 m.	1 m. 09
Développement des courbes.	excentriques. .	5 m. 487	5 m. 487
	concentriques.	5 236	5 236
Longueur des tangentes communes. .		8 096	8 615
Longueur du raccordement		18 642	19 153

La longueur à donner aux voies d'évitement, et qui comprend

les deux raccordements et la portion en voie double intercalée entre eux, dépend du nombre de cars qui doivent s'y garer. En réservant à chaque véhicule un espace de 10 mètres, on peut loger deux cars sur une longueur de 20 mètres. A ce nombre, il faut ajouter la valeur de 2 *l*, soit 18 m. 642 × 2 ou 37 m 284, si on a établi le raccordement d'après les données des Tramways-Nord.

Il faut compter, en général, de chaque côté de la partie en alignement, sur 19 à 20 mètres pour des rayons de 40 à 50 mètres, soit 40 mètres pour les deux, ce qui porte la longueur totale de la voie d'évitement à 60 mètres. Ces nombres feraient supposer que l'on peut sur une pareille longueur loger six cars ; mais il n'est pas prudent de laisser stationner des véhicules chargés de voyageurs sur des parties en courbe, les chevaux ayant souvent beaucoup de peine à démarrer, surtout lorsque l'évitement est placé sur un des bas-côtés de la chaussée.

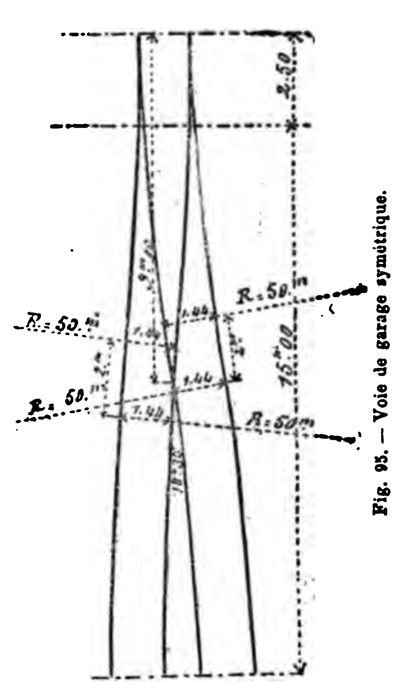


Fig. 95. — Voie de garage symétrique.

122. Terminus.

On se sert des changements de voie aux *terminus* des tramways pour faire passer les cars de la voie d'arrivée sur celle de départ.

Lorsque le bureau est placé du côté de la voie de départ, les

cars s'aiguillent à droite (fig. 97) et, après le changement de position de l'attelage, viennent stationner devant le bureau en attendant le moment de partir.

Le bureau étant placé du côté de la voie d'arrivée, on croise les voies, et la voie de départ devient celle d'arrivée *et vice versâ* (fig. 97).

On a un exemple de cette disposition au *terminus* de la ligne de Levallois-Perret, près de la Madeleine (fig. 97)

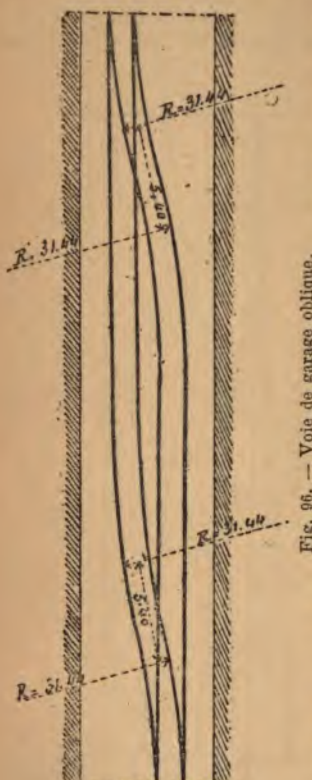


Fig. 96. — Voie de garage oblique.

123. Règles à suivre pour la pose d'un changement de voie.

De ce que nous venons de dire sur les changements de voie placés soit aux bifurcations, soit à l'entrée et à la sortie des garages, on peut tirer les conclusions suivantes :

Dans l'établissement des changements de voie, il faut :

1° Adopter les rayons les plus grands possibles ; ils ne doivent jamais descendre au-dessous de 25 mètres ;

2° Séparer les courbes et contre-courbes par des alignements droits, égaux au moins à l'écartement des essieux du matériel roulant ;

3° Ne jamais employer d'aiguilles rectilignes ;

4° Poser les aiguilles dans les parties en alignement droit, et jamais en courbe ;

5° Dans la ramification d'une voie en deux autres destinées à être parcourues dans les deux sens, ne commencer la courbe de celle de droite qu'après la partie rectiligne de l'aiguille ;

6° Eviter le plus possible la prise des aiguilles en pointe, en employant, suivant le cas, des aiguilles mobiles ou des aiguilles à ressort.

Le système d'aiguilles à ressort, employé jusqu'à ce jour sur les tramways, est défectueux, parce que la pointe qui fait ressort se détrempe facilement, par suite des vibrations répétées auxquelles elle est soumise. D'après M. Saint-Yves, il faut, à Paris, changer ces pointes tous les mois environ. Elles ne résistent pas longtemps aux chocs de la traction mécanique.

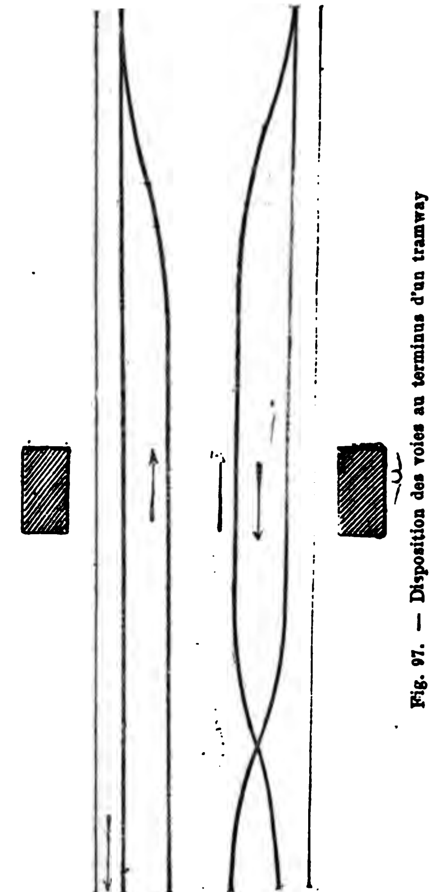


Fig. 97. — Disposition des voies au terminus d'un tramway

124. Aiguille automatique de MM. Delettrez.

On doit à MM. Delettrez, ingénieurs, une aiguille automatique plus solide, dont l'entretien est presque nul, et sur le fonctionnement de laquelle on peut toujours compter. Elle est représentée figure 98.

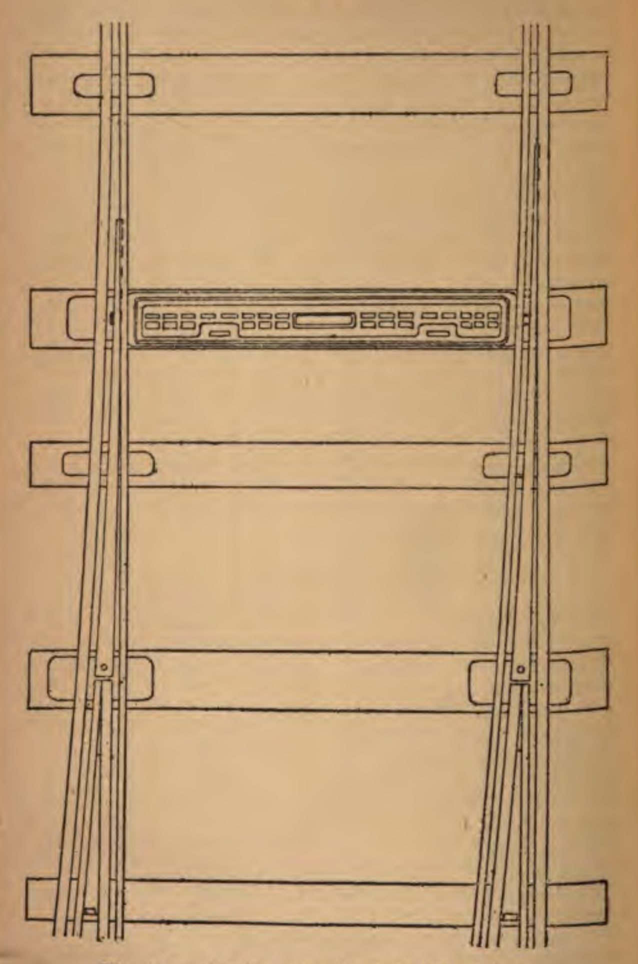


Fig. 98. — Aiguille automatique de MM. Delettrez.

Les traits caractéristiques de cette aiguille sont : la suppression complète de la fonte comme surface de roulement; la continuation du rail et du contre-rail dans l'aiguillage, avec une largeur uniforme de l'ornière, ce qui n'a pas lieu dans les modèles en usage.

Au lieu d'une pointe en acier, MM. Delettrez en emploient deux réunies entre elles par une base articulée, et soumises à l'action d'un ressort ou d'un contre-poids de rappel, qui les ramène toujours dans leur position normale. Les cars franchissent ces aiguilles sans choc et, par conséquent, ne les dégradent pas. Les véhicules ordinaires passent dessus sans crainte de voir leurs roues s'engager dans les vides de la fonte, comme cela arrive souvent avec les anciens modèles.

Les aiguilles automatiques de MM. Delettrez fonctionnent depuis deux ans à Nantes avec la traction mécanique, et depuis plusieurs mois à Lyon, avec la traction animale, sans avoir nécessité la plus légère réparation. Elles coûtent moins cher que les aiguilles ordinaires, quoique les frais de premier établissement soient plus élevés, parce que les dépenses d'entretien sont presque nulles.

Au moyen d'un appareil supplémentaire, très simple et peu coûteux, un de ces aiguillages, à droite, à gauche ou symétrique, devient aiguillage de bifurcation, et donne la voie dans deux directions différentes.

125. Raquette des Omnibus.

M. Delonchant, ingénieur de la Compagnie des Omnibus, a imaginé une disposition très heureuse pour tourner les voitures à avant-train (fig. 99).

Le cocher fait avancer le véhicule sur les deux rails qui forment le prolongement de la voie en alignement droit, et qui sont tangentes aux deux courbes que doivent suivre les roues d'arrière. Ces prolongements ont la même longueur que l'écartement des essieux, soit 2 m. 40. Les roues d'avant arrivées à l'extrémité du prolongement, il rend l'avant-train mobile en soulevant le verrou de déclanchement, et dirige les chevaux vers le centre de la courbe. Le premier essieu opère un mouvement de conversion qui lui fait prendre la courbe placée à la suite du prolongement, tandis que l'essieu d'arrière qui, à ce moment-là, se trouve au point de tangence des deux autres courbes, les suit jusqu'à l'extrémité de la raquette. Le mouvement de rotation terminé, les choses rentrent dans leur état normal ; le cocher rend l'avant-train fixe, et la voiture reprend l'alignement droit.

Comme on le voit, il y a dans la raquette des Omnibus deux pistes · celle que suivent les roues d'avant se compose de la deuxième et de la quatrième courbe, en partant du centre; celle sur laquelle s'engagent les roues d'arrière comprend la première et la troisième courbe. La largeur de chaque piste est égale à celle de la voie (1 m. 44). L'angle de déviation que fait l'essieu d'arrière avec celui d'avant, — au moment où ce dernier est rendu mobile, — est constant pendant le parcours de la raquette; il est fixé à 18 degrés.

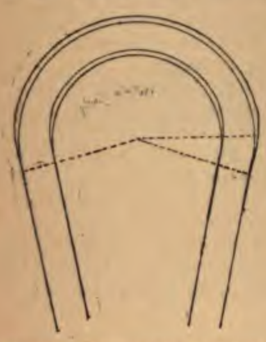


Fig. 99. — Raquette des Omnibus.

Le rayon de la première piste, celle des roues d'avant, est de 7 m. 046 pour la courbe concentrique et de 7 m. 04 + 1 m. 44 ou 8 m. 486 pour la courbe excentrique.

Le rayon de la seconde piste, celle des roues d'arrière, est de 6 m. 666 pour la courbe concentrique, et de 6 m. 666 + 1 m. 44 ou 8 m. 106 pour la courbe excentrique. L'excentricité des pistes est de 0 m. 380.

La Compagnie des Omnibus se sert de la disposition qui vient d'être décrite pour tourner les coins de rues à angle droit où l'espace ne lui permet pas de développer les courbes. Les rayons, dans ce cas, peuvent être augmentés. L'angle de déviation diminue, ainsi que l'intervalle des pistes.

126. Plaque tournante de MM. Delettrez.

Il arrive quelquefois qu'on ne peut trouver à un terminus l'emplacement nécessaire pour y établir une voie de raccordement. On a alors recours à une plaque tournante, ainsi que l'a fait la Compagnie des Tramways-Sud à son terminus de Fontenay-aux-Roses. Mais la plaque tournante des chemins de fer, avec sa partie supérieure en tôle ou son plancher en bois, est inadmissible sur une chaussée où passent des chevaux. MM. Delettrez ont imaginé, pour en tenir lieu, un appareil ayant la même disposition, mais qui, par ses détails, se prête mieux aux exigences des tramways (fig. 101).

La partie inférieure du cylindre est fermée par un fond qui couvre les appareils de rotation, et forme une sorte de cuve dans laquelle on peut établir un pavage complet en grès, en

bois, en briques minéralisées, etc. Le passage sur ces plaques ne présente pas plus de chances d'accidents que sur le pavage adjacent de la chaussée.

Un des grands avantages de la plaque Delettrez est de pouvoir être placée sur un des bas côtés de la chaussée, sans être pour cela obligé de changer le profil transversal. Qu'elle soit établie horizontalement ou sur un plan un peu incliné, la manœuvre se fait avec la même facilité. Une plaque de ce modèle, établie au terminus de la place Moncey à l'époque où les moteurs à air comprimé remorquaient les cars de la ligne de Saint-Denis, a fonctionné pendant plusieurs mois à la satisfaction du public et à celle de la Compagnie des Tramways-Nord.

La plaque tournante Delettrez a reçu, à Paris, l'approbation de l'Administration, et elle a été adoptée à Nantes pour les tramways à air comprimé auxquels elle rend de grands services.

127. Triangle américain.

Sur les lignes à traction mécanique, la disposition en Y, dite *triangle américain*, tient souvent lieu de plaque tournante. Elle se compose de trois côtés courbes dont le plus grand, formant la base, doit présenter à chaque angle une partie droite ayant au moins 6 mètres (fig. 100).

Pour la voie simple, il faut trois aiguilles, de préférence à ressort ou automatiques.

Pour une voie double, il n'en faut que deux.

Avec un rayon de 25 mètres, le grand côté du triangle a un développement de 36 m. 832 pour la voie simple et de 37 m. 956 pour une voie double.



Fig. 100. — Triangle américain.

Ce n'est donc que sur des chaussées ayant au moins cette largeur qu'on peut établir un Y.

En croisant les voies doubles, on arrive à réduire la longueur de la base à 29 m. 234, à la condition que l'écartement des voies après le croisement soit égal à la base même ; mais il faut pour cela une chaussée ayant au moins 29 m. 234 de largeur. Pour descendre au-dessous de ce chiffre, il faudrait diminuer le rayon des courbes, ce qui n'est pas toujours possible

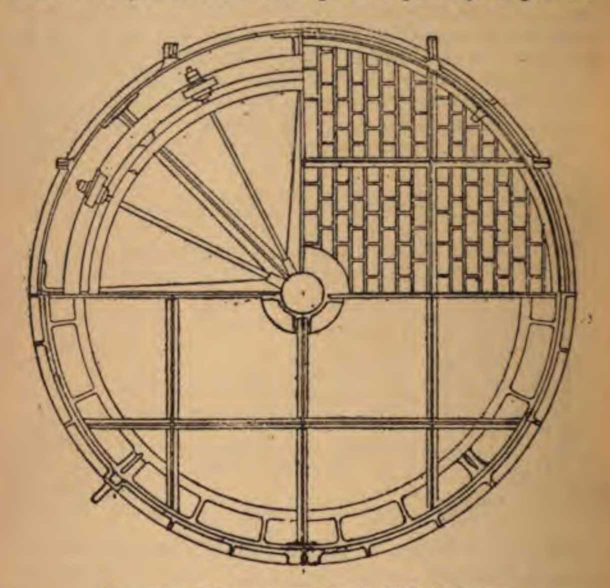


Fig. 101. — Plaque tournante de MM. Delettrez.

avec une des machines ayant un écartement d'essieux supérieur à celui des cars.

On voit par là que la pose d'un triangle américain est subordonnée à certaines conditions.

128. Bureaux-stations des tramways de Paris.

Aux États-Unis et en Angleterre, les tramways n'ont pas de bureaux-stations, et le public attend le passage des cars, en *plein air,* devant les boutiques où ils ont coutume de s'arrêter

ou de stationner. Il en est de même, en France, dans la plupart de nos grandes villes. Nous pourrions en citer une, où un bureau d'attente, situé dans le plus beau quartier, se compose d'un banc placé sur un refuge et d'une chaise pour le contrôleur. Sur les points de croisement et de correspondance de lignes importantes par leur trafic, on a installé des guérites à peine assez grandes pour recevoir un employé. Cette simplicité d'installation n'est pas admise à Paris. La Ville exige des entreprises de transport en commun des locaux convenables pour abriter les voyageurs, et, à défaut de boutiques disponibles, elle oblige les Compagnies à installer sur des points déter-



Fig. 102. — Élévation d'un bureau de station pour tramways.

minés des bureaux en bois dont nous donnons le modèle figure 102.

Ces bureaux varient de grandeur, suivant qu'ils sont aux têtes de ligne ou sur le passage des voitures. Les bureaux du Louvre, celui de la place de la Concorde, sont à cinq travées, tandis que celui dont nous donnons le dessin n'en a que trois de face et deux de profondeur.

Il est, du reste, à remarquer que tous les bureaux-stations en bois et vitrerie appartenant aux Omnibus, aux Tramways-Nord et aux Tramways-Sud, sont du même modèle, et ne diffèrent que par le nombre de travées, le chéneau, et le lambrequin.

Le type a trois travées comprend une salle d'attente et le bureau du chef de station et des contrôleurs, séparé du public par un grillage. Dans quelques stations dites *têtes de ligne*, une travée isolée des deux autres par une double cloison est réservée aux cochers, aux conducteurs et à un petit dépôt de matériel.

Le type à trois travées coûte 6,000 francs. Sa surface est de 2 m. q. 16, ce qui met le prix du mètre à 213 francs.

CHAPITRE SEPTIÈME

129. Composition d'un Dépôt.

L'ensemble des bâtiments nécessaires aux services de la cavalerie et du matériel roulant s'appelle un *Dépôt.*

Un dépôt comprend généralement :

1° Les écuries ;
2° L'infirmerie pour les chevaux malades :
3° Les magasins à fourrages ;
4° La maréchalerie ;
5° La sellerie ;
6° Les remises pour les cars ;
7° L'atelier de réparations ;
8° La lampisterie ;
9° Le magasin d'approvisionnement des objets nécessaires à l'entretien des cars, de la voie, du matériel d'écurie, etc.
10° Les logements et bureaux du chef de dépôt, du chef d'atelier, etc.

L'emplacement des dépôts dépend de la direction des lignes à desservir.

Lorsqu'il s'agit d'une exploitation étendue, dont les lignes partent du centre d'une ville, il peut être souvent plus avantageux, malgré le prix élevé du terrain, d'avoir un dépôt à proximité du centre, que d'en avoir plusieurs aux extrémités des rayons. On peut, ainsi, centraliser les services, éviter des parcours inutiles aux chevaux, économiser du personnel, et mieux surveiller les dépenses de l'exploitation, C'est un excédent de frais de premier établissement qui, pour une concession un peu longue, peut être largement couvert par les économies qu'on réalise,

Lorsque les lignes que l'on a à exploiter sont un peu dissé-

minées, il faut placer les dépôts de manière qu'ils puissent satisfaire au service de plusieurs lignes, sans imposer, cependant, des parcours trop longs aux chevaux de relais.

Si l'on est forcé d'établir plusieurs dépôts, il faut en avoir un plus important que les autres, où sont centralisés les ateliers de grosses réparations et le magasin général des fournitures, destiné à alimenter les magasins annexes des autres dépôts.

130. Dépôts des Tramways-Nord et Sud.

Les Compagnies des Tramways-Nord et Sud, ayant le point de départ de leurs lignes en dehors des fortifications, ont dû établir leurs dépôts dans la banlieue. Le terrain leur a coûté moins cher que dans Paris, et elles ont évité ainsi les droits d'octroi dont sont grevés les fourrages et les matières premières que reçoit la Compagnie des Omnibus.

Les dépôts du Nord et du Sud ont été construits sur les plans de M. Blondel, architecte. La disposition est à peu près la même pour tous.

131. Remises.

Leur forme est celle d'un rectangle allongé, avec entrée sur l'un des grands côtés. A droite, la remise des voitures, desservie par des séries de voies parallèles aux écuries et reliées par une voie transversale à la voie de sortie. Les changements de voie se font à l'aide d'un *transbordeur*. Le car est pris directement au niveau du sol et monté sur le *transbordeur*, pour être reporté plus loin sur une voie parallèle. Une des voies de la remise est consacrée à la visite des cars, et le dessous forme la *fosse à visiter*.

De l'autre côté de la cour, en face de la remise, s'élève une grande écurie, avec grenier à fourrages desservi par un escalier extérieur. A côté, une infirmerie avec boxes séparées pour les chevaux très malades.

A droite et à gauche de ce bâtiment, des écuries à double toiture, sans grenier, viennent rejoindre, d'un côté, la remise et son atelier de réparations, et de l'autre, le bâtiment de l'administration. Ce bâtiment contient, au rez-de-chaussée, les bureaux du chef de dépôt, de l'inspecteur et de l'agent comptable, le corps-de-garde des conducteurs et cochers, la sellerie et le magasin. Au-dessus, les logements des employés.

La forge et la maréchalerie sont placées à distance des écuries.

Au dépôt de Pantin, qui peut recevoir 152 chevaux, la surface totale de l'établissement est de 4,126 mètres, cours comprises, et la surface couverte est de 2,561 mètres.

La dépense totale de la *construction* s'est élevée à 215,000 fr., ce qui fait ressortir à 84 francs le prix du mètre superficiel couvert.

132. Ecuries.

Les écuries des Tramways-Nord et Sud sont de grande contenance. Au dépôt de Saint-Mandé, l'écurie à grenier renferme 152 stalles. Les chevaux ont la tête tournée vers le mur; un couloir de plus de 2 mètres sépare les deux rangs de stalles, et les fenêtres sont placées au-dessus des rateliers. La largeur entre les stalles n'est que de 1 m. 30; pour de forts chevaux, cet espace est insuffisant. En Angleterre, dans les écuries nouvellement construites, les chevaux ont 1 m. 82, entre les séparations, ce qui leur permet de se reposer. Il importe beaucoup, au point de vue de la santé et de la conservation des chevaux de trait astreints à un travail journalier pénible, comme le sont ceux des tramways, de ne pas leur marchander la place pour se coucher et se défatiguer.

La hauteur du plafond est de 3 m. 50 dans les écuries à grenier; dans les autres, elle est supérieure à ce chiffre; partout la ventilation se fait bien. Un pavage en mastic d'asphalte, avec rainures pour éviter le glissement des chevaux, règne dans toute l'étendue des nouvelles écuries des Tramways-Nord et Sud.

Dans beaucoup de Compagnies, on préfère les petites écuries aux grandes. Pour celles qui contiennent de 20 à 40 chevaux, on prend le jour, soit aux deux extrémités comme au dépôt des Omnibus du chemin de fer de Lyon, à Paris, soit à la partie supérieure comme dans les nouvelles écuries des North-Metropolitan-Tramways, à Londres.

Dans les écuries où les chevaux sont nourris d'aliments hachés, et où les rateliers sont, par conséquent, inutiles, on dispose souvent les mangeoires de manière que les chevaux soient placés tête à tête, avec un couloir de séparation. Tel est l'arrangement du dépôt des London-Tramways, à Greenwich. Le couloir intérieur a 1 m. 50, et on a ménagé, en outre, un couloir de 2 mètres derrière chaque rangée d'animaux. Les harnais sont appendus le long des murs.

Aux Tramways-Nord et Sud, les chevaux sont séparés à l'aide d'une planche volante, dite *bat-flancs*, attachée, d'un côté, à la mangeoire, et de l'autre, suspendue au plafond au moyen de *sauterelles*.

Entre le *bat-flancs* et la *sauterelle*, on place un rouleau contre lequel le cheval a moins de chance de se blesser dans ses différents mouvements qu'avec une corde de séparation.

133. Greniers à fourrages.

Pour éviter que les émanations des écuries attaquent les fourrages qui sont placés au-dessus, on les voûte à l'aide de briques et de poutrelles en fer, le tout plafonné de béton ou de ciment, qui les rendent impénétrables aux émanations.

La Compagnie des Omnibus, dont les dépôts contiennent des avoines et des fourrages, établit sur ses écuries un premier plancher en fer, avec voûtes en briques creuses, hourdées avec du ciment et couvertes d'un aire en mortier; le tout est recouvert d'une couche d'asphalte de 0 m. 015 d'épaisseur, placée sur une couche de terre à four de 0 m. 025; le poids de l'asphalte et de la terre est de 75 kilogrammes par mètre carré.

Des expériences, faites à plusieurs reprises, ont démontré que ce genre de construction peut protéger, en cas d'incendie, les planchers contre l'action du feu jusqu'à l'arrivée des secours,

134. Infirmerie, Maréchalerie, Sellerie, etc.

Il faut ménager, dans un dépôt, une écurie spéciale pour les chevaux malades ou convalescents. On évalue le nombre de ceux qui se trouvent placés dans une de ces deux catégories à 10 p. 0/0 environ. Deux ou trois boxes sont nécessaires pour les bêtes les plus malades.

La maréchalerie doit contenir une ou deux forges, deux étaux, etc. Une partie couverte sert à abriter les chevaux que l'on ferre.

La sellerie doit être exempte de toute humidité, bien aérée et bien éclairée. On la tient, en général, assez éloignée des écuries. Il faut qu'il s'y trouve des chevilles pour divers ustensiles, des armoires pour brosses, éponges, etc.

L'atelier de réparation comprend le petit outillage nécessaire à l'entretien courant du matériel roulant, et, dans quelques Compagnies, on y joint celui du matériel de la voie.

Enfin, la lampisterie et le magasin, qui ne présentent rien de particulier, complètent les bâtiments qui composent un grand dépôt.

Les dimensions des logements, des bureaux, etc., sont très variables, et en rapport avec l'importance des services.

Dans les dépôts importants où la nourriture des chevaux se compose d'aliments hachés ou broyés, on dispose souvent une machine à vapeur pour hacher la paille et le foin. On la place de manière à pouvoir l'utiliser pour le travail des ateliers. La force de ces machine varie de 5 à 15 chevaux. Nous avons vu, en province, sortant des ateliers de MM. J. Boulet et C[ie], constructeurs à Paris, des machines horizontales, locomobiles ou

sur patins, remplacer avec avantage, dans les dépôts, les anciens manèges à chevaux.

135. Prix de revient des Dépôts.

Les prix de revient des dépôts de tramways varient suivant les localités, On constate des écarts considérables entre ceux de Paris et de la province.

En général, on reporte à l'*unité-cheval* toutes les dépenses de construction d'un dépôt · écuries, remises, ateliers, etc. — En divisant le prix de revient total par le nombre de chevaux que le dépôt peut recevoir, on trouve les chiffres suivants pour quelques dépôts de la Compagnie des Omnibus :

Le dépôt de Vincennes, qui contient 434 chevaux, a coûté 1,539 francs, par cheval;

Le dépôt de Sèvres, qui contient 117 chevaux, a coûté 1,598 fr. par cheval ;

Le dépôt du Point-du-Jour, qui contient 288 chevaux, a coûté 1,649 francs par cheval ;

Le dépôt de Boulogne, qui contient 243 chevaux, a coûté 2,114 francs par cheval ;

Le dépôt de l'avenue Wagram (Étoile), qui contient 357 chevaux, a coûté 4,071 francs par cheval;

On voit, par ces chiffres, qu'un dépôt, dans Paris, — celui de l'avenue Wagram, par exemple, — coûte près de trois fois plus qu'un dépôt dans la banlieue.

Il serait intéressant de comparer ces prix de revient avec ceux des Tramways-Nord et Sud, mais ces Compagnies n'ont pas cru devoir les publier,

CHAPITRE HUITIÈME

136. Prix de revient des voies de tramways.

Le devis d'une voie de tramway doit comprendre la fourniture des rails, de leurs attaches et de leurs supports ; la démolition des chaussées, la pose de la voie et le pavage.

De là, deux catégories de dépenses.

Les premières varient suivant le système de voie que l'on choisit, et aussi, suivant le cours des fers, des fontes et des bois, tandis que les secondes présentent des différences nota-

; suivant les localités. On peut évaluer les unes, il est cile d'apprécier les autres. Néanmoins, nous donnons essous, à titre de renseignements, trois devis qui se rap-,ent : le premier, à la voie des Tramways-Nord et Sud ; le ›nd, à celle des Omnibus, et le troisième à la voie de ɜ.

137. Voie des tramways Nord et Sud.

oici comment M. Saint-Yves établit le prix de revient de la ı des Tramways-Nord et Sud.

Partie métallique pour 6 mètres de longueur :

rails d'acier de 6 mètres, soit 12 mètres à 21 kilog.; 252 kilog. '0 fr. les 1,000 kilog.		fr. 68.040
fourrures d'extrémité de rails, à 0 kilog. 800 :une, soit 1 kilog. 60 à 270 fr les 1,000 kilog. .		0.432
) crampons de 0 kilog. 200 chacun, soit 6 kilog. fr. 65 cent.		3.900
entretoises en fer plat à 7 kilog. l'une, acces-es compris : 28 kilog. à 0 fr. 55 cent.		15.400
longrines en chêne de 3 m. 00, à 5 fr. 50 e		22.000
		fr. 109.772
lus-value pour fonte et bois d'aiguillage et sements : $\frac{1}{15}$		7.318
ɔse dè 6 mètres de voie, à 1 fr. 25 . . .	7.50	
.us-value pour courbes et aiguillages · $\frac{1}{10}$.	0.75	8.250
Total pour 6 mètres.		fr. 125.340

›it par mètre courant : 20 fr. 89, ou 21 francs.

ıx de revient du pavage pour un mètre courant de voie simple.

1° Sur chaussées déjà pavées.

ɜmolition, terrassement, fourniture de sable et façon de ıge.	fr. 6.50
›urniture de boutisses et remplacement de vieux ɜs, les vieux pavés restant la propriété de la pagnie.	5.00
	11.50

2 rails de 6 mètres, à 14 kilog. le mètre courant, soit 168 kilog., à 0 fr. 25. . . . . fr.	42.00
2 contre-rails de 6 mètres, à 11 kilog. le mètre courant, soit 132 kilog., à 0 fr. 25.	33.00
3 coussinets en fonte, à 5 kilog., soit 40 kilog., à 0 fr. 225.	9.00
16 tire-fond, de 0 m. 015, à 0 kilog. 130, soit 2 kilog. 08, à 0 fr. 65.	1.35
4 éclisses en fer, à 0 kilog. 83, soit 3 kilog. 32, à 0 fr. 25.	0.83
12 boulons à tête carrée, à 0 kilog. 250, soit 3 kilog. à 0 fr. 55	1.65
8 boulons d'éclisse, à 0 kilog. 225, soit 1 kilog. 80, à 0 fr. 55.	0.99
8 fourrures d'entretoises, en fonte, à 0 kilog. 800, soit 6 kilog. 40. à 0 fr. 225.	1.44
4 traverses en chêne, à 2 fr. 00.	8.00
Toute main-d'œuvre accessoire, à 4 francs le mètre courant.	24.00
En plus, par mètre courant, 6 boutisses de 27/18/16, pour croisement des joints, soit 36 à 0 fr. 45. . . . 16.20 ; d'où il faut déduire 54 pavés retirés de la chaussée, à 0 fr. 25. . . . . 13.50 ; soit.	2.70
Total pour 6 mètres. . . fr.	124.96
Par mètre . . . . fr.	20.82
et par kilomètre, en nombre ronds	20.820.00

Voici la décomposition du prix de pose à 4 francs le mètre courant :

Sabotage, par mètre courant. . . . . fr.	0.10
Coltinage des matériaux, par mètre courant.	0.10
Dépavage sur 3 mètres de largeur, à 0 fr. 10 le mètre superficiel	0.30
Terrasse, par mètre courant.	0.17
Fourniture de sable, sur 0 m. 10 d'épaisseur, 0 m. c. 300, à 5 fr. 50.	1.65
Pose de la voie, à 9 fr. 45 le mètre courant. . . .	0.45
Pavage, à 0 fr. 35 le mètre superficiel.	1.05
Transport de terre résultant de la fouille.	0.18
Total. . . . . . fr.	4.00

CHAPITRE NEUVIÈME

140. Classification des voitures de tramways.

Les différents types de voitures de tramways peuvent être rangés dans deux classes : celle des *voitures à impériale* et celle des *voitures sans impériale*. Les unes et les autres sont *symétriques* ou *non symétriques*.

Dans le premier cas, leurs extrémités sont identiques et on peut les atteler indifféremment à l'avant ou à l'arrière. Elles sont alors *indéraillables*, c'est-à-dire qu'elles ne peuvent à volonté quitter la voie et la reprendre, quand les circonstances rendent cette manœuvre nécessaire.

Dans le second cas, celui où la symétrie n'existe pas, les cars sont généralement *déraillables* ; ils ont un avant-train mobile ou tout autre système qui en tient lieu, et qui leur permet de quitter les rails pour rouler momentanément sur la chaussée. Il faut, toutefois, faire une exception pour les petits cars à un cheval tels qu'on les emploie aux Etats-Unis. Ils sont rarement symétriques et, cependant, ils ne peuvent dérailler à volonté.

141. Voiture-tramway des Omnibus de Paris.

Parmi les voitures non symétriques, nous placerons en première ligne celle à 50 places de la Compagnie des Omnibus, dont la figure 103 représente le dernier modèle; il dérive de l'ancien type qui avait été substitué par M. Loubat au car américain (fig. 17).

Une impériale règne sur toute la longueur de la caisse, avec passage au-dessus des auvents des plates-formes et sièges adossés. Ces sièges sont formés de lamelles en bois espacées et ont pour dossier une simple barre.

L'accès a lieu par un escalier tournant, qui prend son point d'appui sur la plate-forme.

La caisse contient 20 personnes, l'impériale 24 au lieu de 22 qu'avait le premier modèle; 6 voyageurs sont admis sur la plate-forme. La voiture pèse 3.350 kilog. vide, et 6.730 kilog. pleine, personnel compris.

L'écartement des essieux est de 2 m. 40, et le diamètre des roues de 1 mètre. Elles sont munies de boudins du côté droit ;

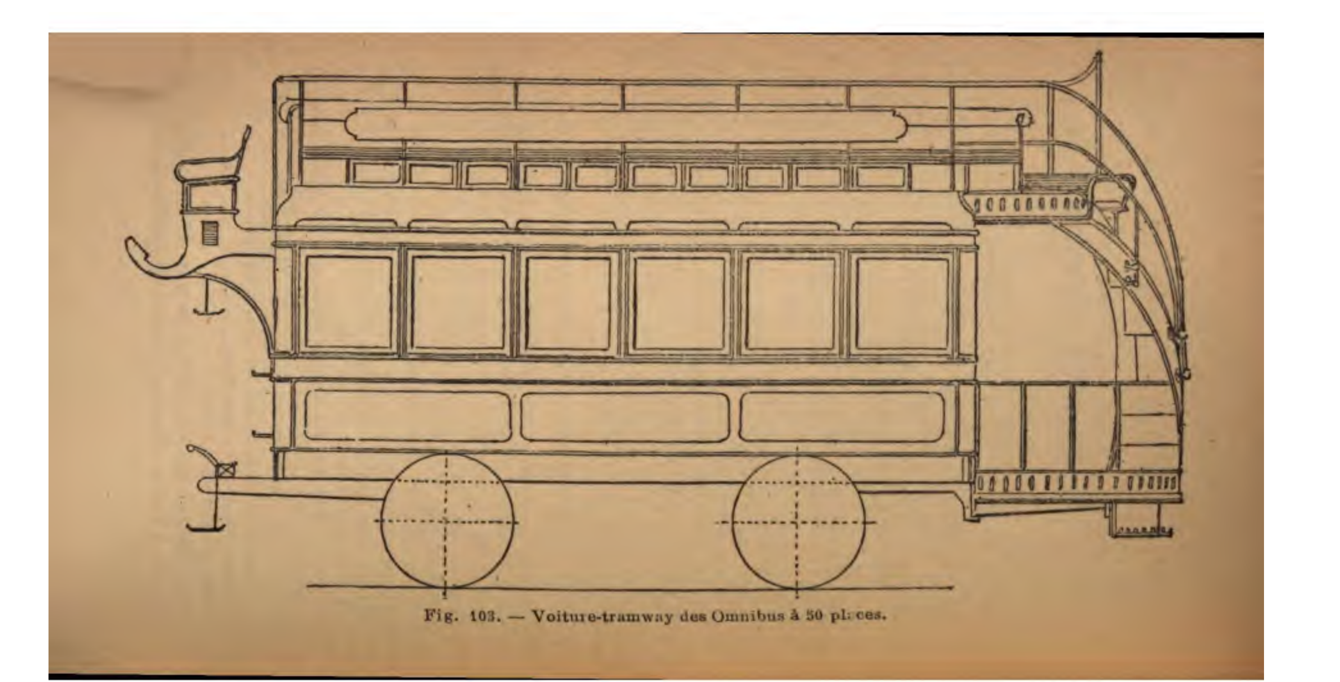


Fig. 103. — Voiture-tramway des Omnibus à 50 places.

du côté gauche, elles sont folles et les bandages n'ont pas de saillie.

La voiture est montée sur des ressorts à lames d'acier, disposés comme ceux des chemins de fer.

Le siège du cocher est placé sur l'impériale. L'appareil de déclanchement est à sa portée. Cet appareil, au moyen duquel on rend l'avant-train mobile, se compose d'une pièce portant une gâche logée sous l'avant de la caisse, entre les deux armons, et dans laquelle pénètre un verrou. Ce verrou est relié à une tringle, que le cocher peut lever ou abaisser au moyen du levier placé à sa droite.

L'appareil de déclanchement est habilement dissimulé dans la caisse, et on ne voit à l'extérieur que le levier.

C'est à l'aide de cet appareil, que la voiture des Omnibus peut franchir les courbes raides au croisement des rues, et les raquettes qui servent à tourner les véhicules aux stations d'arrivée (§ 125).

Dans le premier modèle, encore en usage sur beaucoup de lignes, les roues pénètrent dans la caisse comme dans le système américain. Dans le nouveau modèle, elles sont extérieures au panneau de brisement, comme dans la voiture Loubat.

Le nombre des baies de côté a été réduit de 8 à 6, et leur hauteur portée de 63 centimètres à 80. Enfin, la plate-forme n'est plus qu'à 60 centimètres du sol, ce qui permet de n'avoir qu'une marche au lieu de deux. L'entrée est à l'arrière de la plate-forme, et le marchepied est parallèle à la voie.

Le lanterneau, qui s'étend du siège du cocher à l'auvent des plates-formes, ne donne à l'intérieur de la caisse ni jour ni air.

L'éclairage et la ventilation de ces voitures laissent à désirer.

Sur les lignes à grand trafic où les tramways sont inadmissibles, la Compagnie des Omnibus emploie de grandes voitures à 40 places, soit 42 avec le personnel, pesant à vide 2.600 kilog; ce chiffre correspond à 62 kilog. de poids mort par personne. En comptant à 65 kilog. le poids moyen d'un voyageur, cette voiture pèse 5.360 kilog. à chargement complet.

Elle nécessite trois chevaux, non compris les chevaux de renfort sur les rampes. Comparée à l'ancien omnibus, cette voiture est très confortable, la place réservée à chaque voyageur étant de 0 m. 485. Elle a 4 mètres de longueur sur 1 m. 90 de large; la voie entre les grandes roues est de 2 mètres. On lui reproche de *fringaler* et d'être d'un menage difficile.

142. Car à impériale de Copenhague.

Le système des cars de Copenhague diffère essentiellement de celui des voitures-tramways des Omnibus de Paris. Les figures 104 et 105 représentent la disposition adoptée par M. Keif-

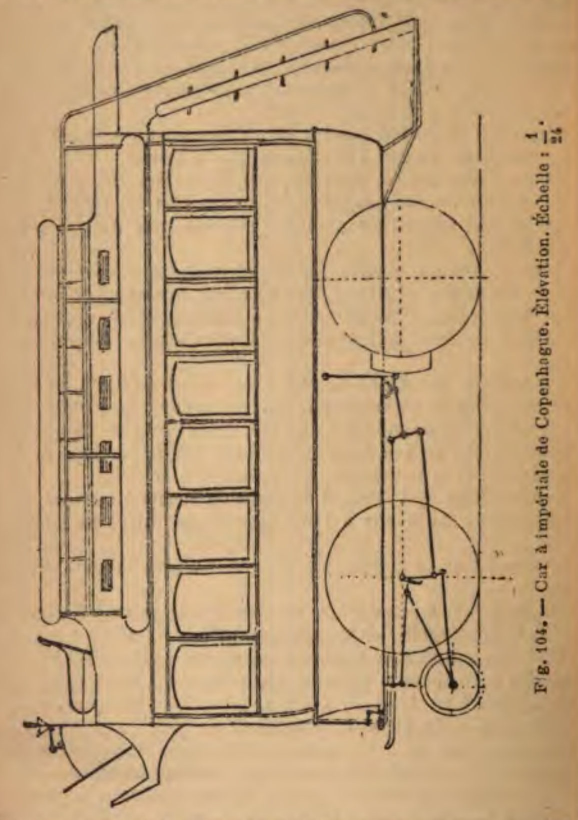


Fig. 104. — Car à impériale de Copenhague. Élévation. Échelle : $\frac{1}{24}$.

ler, ingénieur civil, et qu'il a fait breveter en France en 1873. Cette voiture peut circuler à volonté sur les voies de tramways et sur les routes ordinaires.

A cet effet, la voiture comporte deux paires de roues ordinaires et une paire de roues à boudin qui, entrant dans les rails, maintiennent le véhicule sur la voie.

Quand la voiture doit sortir des rails pour rouler sur la chaussée, le cocher se sert de la manivelle de commande pour soulever les roues à boudin, placées à l'avant du véhicule. Il s'en sert également pour les abaisser, lorsque le car rentre sur la voie.

Les ressorts de suspension se composent d'anneaux en

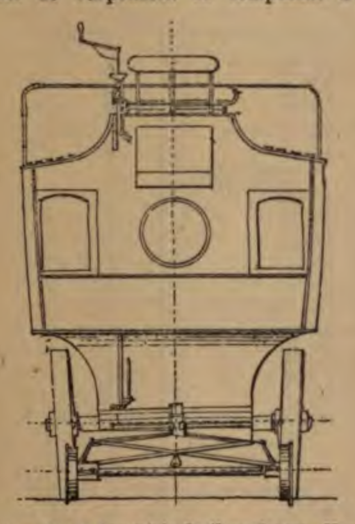


Fig. 105. — Car à impériale de Copenhague. Vue de face. Échelle : $\frac{1}{24}$.

caoutchouc, séparés entre eux par des rondelles métalliques. Un fort boulon, placé au centre, empêche les anneaux de se déplacer.

La voiture de Copenhague contient 17 personnes à l'intérieur, 14 sur l'impériale et une derrière, sans compter le cocher et le conducteur.

143. Car à impériale belge.

La Compagnie des Tramways-Nord a employé sur la ligne de l'Etoile, au début de son exploitation, une voiture à impériale,

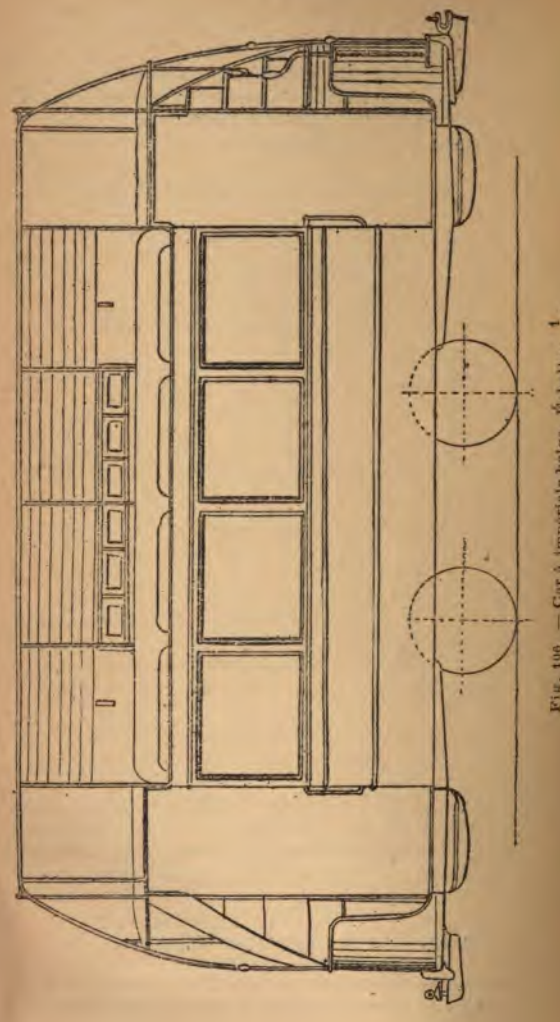


Fig. 106. — Car à impériale belge. Échelle : $\frac{1}{50}$.

tant des ateliers de M. Evrard, de Bruxelles. Elle est repré- tée figure 106.

Voici les traits caractéristiques de ce type : châssis en bois, ces d'avant et d'arrière fixes; persiennes et panneaux en is; lanterneau à châssis mobiles. La voiture contient 48 yageurs répartis comme suit :

Intérieur, 16;
Plates-formes, 14;
Impériale, 18.

La longueur de la caisse est de 3 m. 900 et la longueur totale 6 m. 460. La suspension se compose de blocs en caoutchouc. écartement des essieux est de 1 m. 520. La voiture pèse à le 2.600 kilogrammes.

144. Cars à impériale des Tramways-Nord et Sud.

Les cars que M. P. Harding a fournis à la Compagnie des mways-Sud viennent d'Angleterre, ou ont été construits sur modèle anglais dans les ateliers de Levallois-Perret, à is. Leur disposition est bonne. L'entrée a lieu par l'extrémité la plate-forme, comme dans les Omnibus, mais elle est pla- plus dans l'axe de la voiture. La difficulté que présentait la lie du marchepied pour l'attelage aux deux bouts, a été olue au moyen d'un crochet d'attelage mobile, d'un marche- d rentrant sous la voiture et d'un tablier de garde-crotte qui ransporte d'une extrémité à l'autre. La suspension des voi- es venues d'Angleterre se compose de ressorts en spirale, du tème Thomson.

MM. Delettrez ont fourni au Sud des cars à impériale, s élégants et plus soignés dans les détails, que les cars glais.

Le système de MM. Delettrez est caractérisé par leurs châssis rmés de deux longerons en fer forme E, réunis entre eux par s traverses en chêne et contre lesquels viennent se fixer les ancards de caisse, par l'intermédiaire de boulons.

Le longeron peut, du reste, être simplement en fer en E, r lequel on fixe le brancard de caisse au moyen de plaques fer ou d'équerres.

Les longerons, en se prolongeant au delà de la caisse, cons- uent les plates-formes, qui ne sont, en réalité, que le prolon- ment du châssis.

La suspension se compose de ressorts en acier, reposant sur s boîtes à huile du système Delannoy. Il n'y a qu'un milli- tre de jeu entre le coussinet et les deux portées de la fusée,

tout le jeu nécessaire pour le passage des courbes étant réservé entre la boîte et la plaque de garde.

Une croix de Saint-André consolide le châssis, évite sa déformation et conserve le parallélisme des essieux.

Toutes les voitures du système Delettrez sont munies d'un frein breveté, dont la description est donnée plus loin.

Les plates-formes offrent une solidité que l'on ne trouve pas dans le système américain, où elles sont reliées à la caisse sans en faire partie intégrante.

La flexion, que l'on remarque si souvent dans les plates-formes rapportées, n'est pas à redouter avec le système Delettrez.

Les marchepieds sont placés aux extrémités et un peu de biais. Cette disposition, qui a l'avantage de forcer les voyageurs des plates-formes à s'adosser aux montants de la caisse et à laisser ainsi l'entrée libre, a été adoptée presque partout en France.

La voiture du réseau-Sud, modèle Delettrez, contient 42 places, savoir :

Intérieur, 16;
Plate-forme, 8;
Impériale, 18.

La longueur de la caisse est de 4 m. 150 et la longueur totale de 6 m. 750. Les roues ont 0 m. 75 de diamètre et les essieux un écartement de 1 m. 80. Le poids de la voiture à vide est de 2.700 kilogrammes.

C'est à ce modèle que MM. Delettrez ont appliqué pour la première fois leur palonnier-ressort, dont ils ont élevé le point d'attache en le plaçant au-dessus du plancher de la plate-forme. Par cette disposition, le tirage se fait dans de meilleures conditions et la force du cheval est mieux utilisée.

145. Car à impériale des tramways de Lyon.

Les voitures à impériale livrées par MM. Delettrez aux Tramways-Nord pour les lignes de Saint-Denis, sont sur le modèle de celles du Sud. Il en est de même des cars que ces ingénieurs ont fournis aux tramways de Lyon, dont ils étaient les entrepreneurs généraux (fig. 107). La contenance de ces véhicules est de 52 places, savoir :

Intérieur, 16;
Plates-formes, 12;
Impériale, 24.

Ce nombre de 24 voyageurs a été obtenu en plaçant en travers de l'impériale, à chaque extrémité, deux bancs pouvant rece-

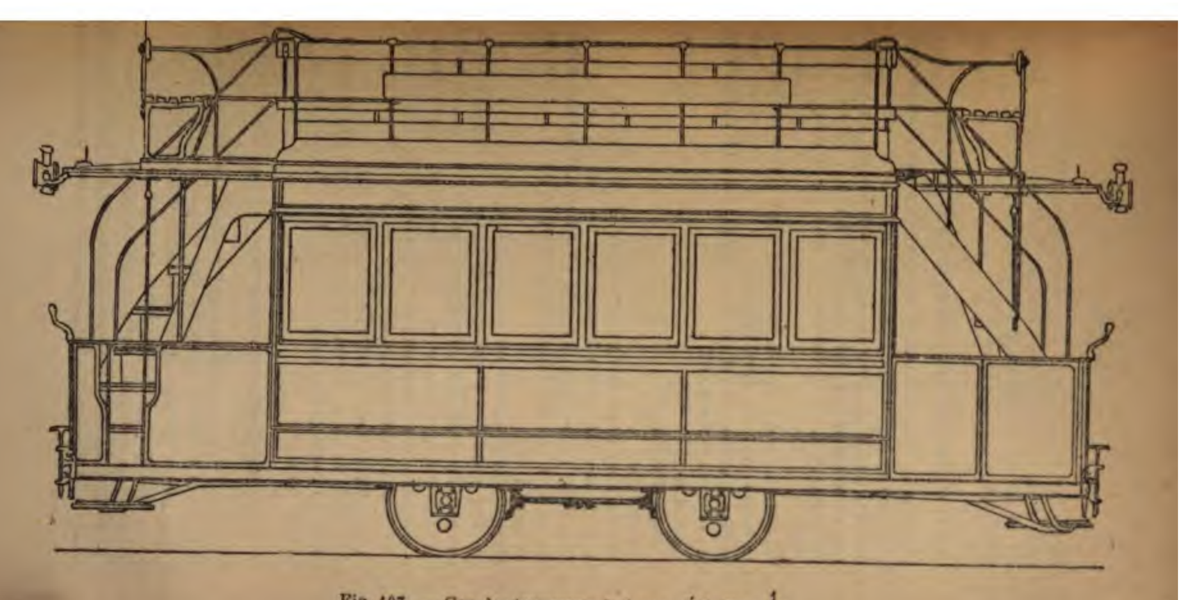


Fig. 107. — Car des tramways de Lyon. Échelle : $\frac{1}{50}$.

voir chacun trois voyageurs. Les dimensions principales sont les mêmes pour les voitures du Sud, du Nord et de Lyon. Quant au poids, il est de 2.700 kilog. pour les cars parisiens et de 2.800 kilog. pour les cars lyonnais.

146. Cars des tramways de Bordeaux.

La Compagnie des Tramways et Omnibus de Bordeaux a adopté la voiture à impériale pour les lignes principales et la voiture sans impériale pour les lignes secondaires de son réseau. Ces deux types ont été construits à Paris, dans les ateliers de construction de la Villette. Ils sont représentés figures 108 et 109.

Le châssis en fer en U est formé de deux pièces seulement. Il est le même pour les deux types.

La voiture à impériale est de la contenance de 44 voyageurs, qui sont répartis comme suit :

Intérieur, 16;
Plates-formes, 10;
Impériale, 18.

La voiture sans impériale peut recevoir 14 voyageurs à l'intérieur et 12 sur les plates-formes, soit en tout 26 voyageurs.

Les ressorts de suspension sont en acier. L'écartement des essieux est de 1 m. 700 pour le premier type et de 1 m. 50 pour le second.

La longueur de la caisse est de 4 mètres et la longueur totale de 6 m. 500 pour les voitures à impériale. Dans celles qui n'en ont pas, la caisse n'a plus que 3 m. 50 et la longueur entre les tabliers ne dépasse pas 6 m. 05; leur largeur, toute saillie comprise, est seulement de 1 m. 90 (§. 99).

Le poids des voitures à impériale est de 2.200 kilog., et celui des voitures sans impériale de 1.800 kilog.

Ce matériel, dont la garniture intérieure en velours vert et les détails de construction sont très soignés, est très roulant et fait un bon service.

147. Car d'été à impériale.

La voiture d'été, à impériale, que M. Morel-Thibaut a fournie aux Tramways de Milan, présente une disposition différente de celle que nous venons de décrire. Elle est symétrique; les escaliers sont droits et placés dans le sens longitudinal. Les auvents des plates-formes, solidement soutenus, sont occupés par des sièges doubles, disposés comme ceux qui règnent sur le milieu de la voiture et séparés par des passages qui rendent la circulation facile.

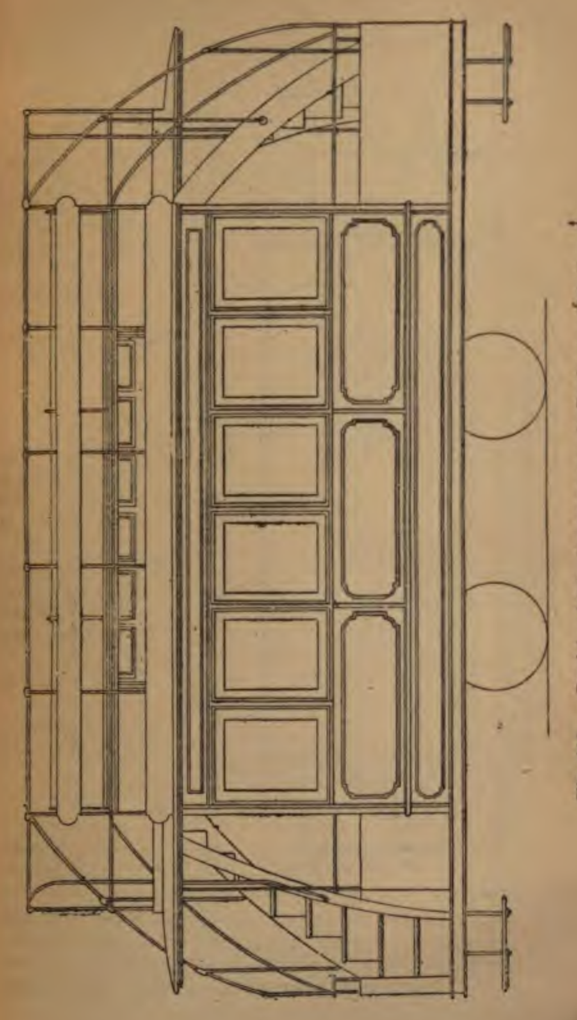


Fig. 108. — Car à impériale des tramways de Bordeaux. Échelle : $\frac{1}{50}$.

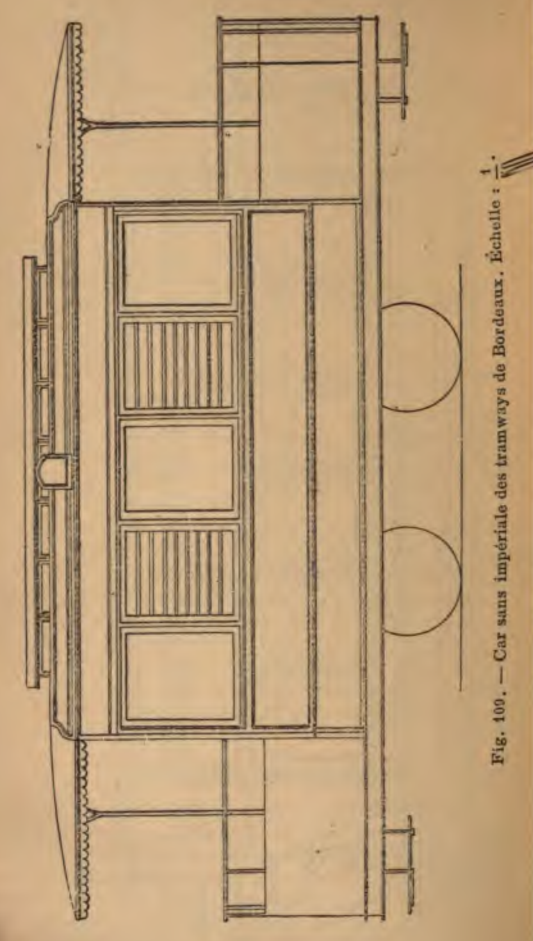


Fig. 100. — Car sans impériale des tramways de Bordeaux. Échelle : $\frac{1}{[illegible]}$.

contenance de cette voiture est de 56 places, y compris
s du conducteur et du cocher, qui restent debout. Les 54
es voyageurs sont assis et répartis comme suit :

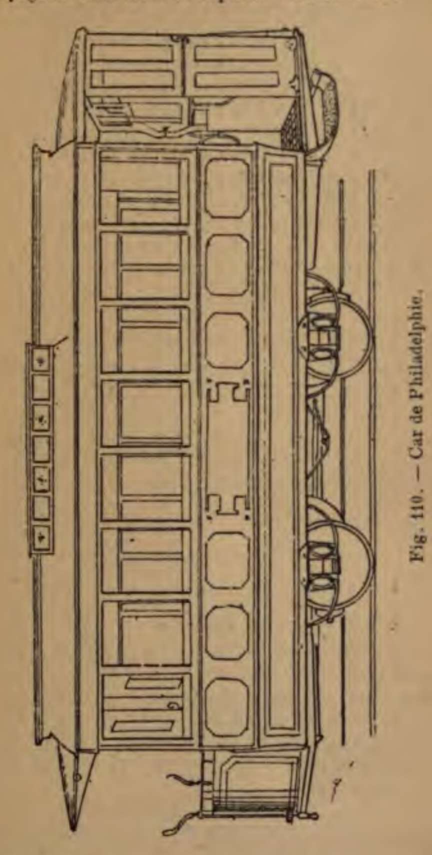


Fig. 110. — Car de Philadelphie.

Intérieur, 30;
Impériale, 24.

Le poids à vide de la voiture d'été de M. Morel-Thibaut est,
près le constructeur, de 2.300 kilogrammes.

148. Cars de Philadelphie.

Le car de Philadelphie, représenté fig. 110, n'a pas d'impériale et n'est pas disposé symétriquement. Il n'a de plate-forme que sur l'avant; c'est là que se tient le cocher. L'entrée se fait par l'arrière; près de la porte, on a installé une boîte à perception (*fare box*), où le voyageur est tenu, en entrant, de déposer le prix de sa place. Les petits cars à un cheval contenant de 10 à 12 places et n'ayant pour tout personnel qu'un cocher conducteur, n'ont le plus souvent qu'une plate-forme à l'avant, et la boîte de perception est placée derrière lui, pour qu'il puisse voir, sans se déplacer, si les voyageurs déposent bien dans le tronc le prix exigé. La fig. 111 représente un car à deux chevaux construit par M. J.-G. Brill, de Philadelphie, qui avait exposé, en 1878, une voiture de tramway achetée par les Tramways de Berlin.

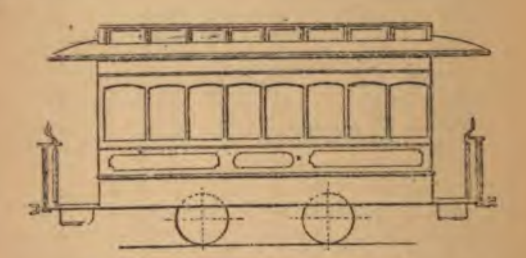


Fig. 111. — Car américain de J. G. Brill.

En Europe, les cars à un cheval sont généralement symétriques. Ceux que possède la Compagnie des Tramways-Nord qui peuvent, pour la plupart, être attelés indistinctement à un cheval ou à deux chevaux, ont leurs extrémités identiques. Cette Compagnie est la seule à Paris qui n'ait pas adopté exclusivement le car à impériale; ses premières voitures en étaient dépourvues, et elle n'a accepté plus tard l'impériale que parce qu'elle lui a été imposée.

149. Cars sans impériale des Tramways-Nord.

Sur les 98 cars du type américain qui forment le stock du matériel roulant des Tramways-Nord, 31 ont été construits par M. Chevalier, Cheylus et Cie et par MM. Bonnard frères, sur les plans de MM. Delettrez. MM. Chevalier, Cheylus et Cie ont

:alement fourni 16 voitures du système Francq, dont 10 cou-
:rtes et 16 découvertes pour l'été. La figure 112 donne le des-

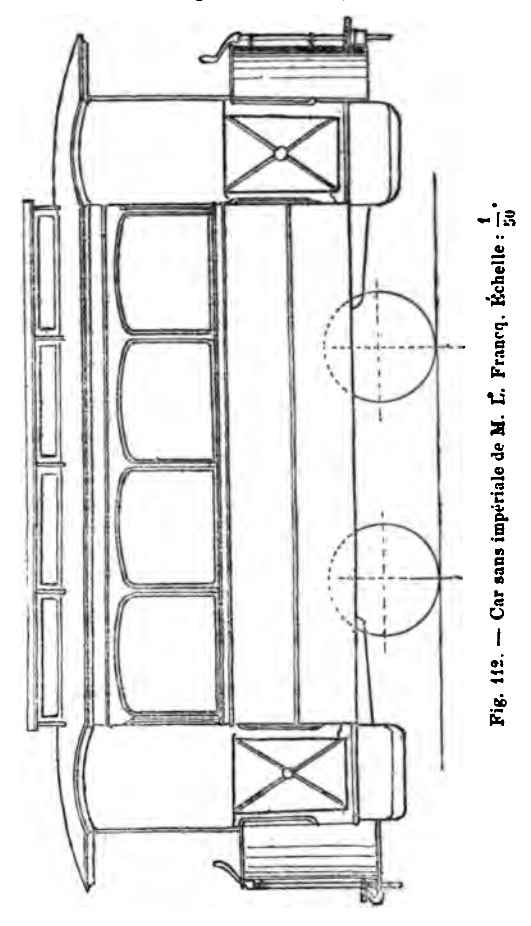


Fig. 112. — Car sans impériale de M. L. Francq. Échelle : $\frac{1}{50}$.

n d'une de ces voitures couvertes. Elles contiennent 30 voya-
:urs : 14 à l'intérieur et 16 sur les plates-formes. Leur poids

était de 1.900 kilog. avant d'avoir été modifiées dans les ateliers d'Ivry, près Paris.

Ces ateliers, dirigés par M. Bonnefond, ont livré aux Tramways-Nord 20 voitures pouvant recevoir 32 voyageurs et ne pesant que 1.625 kilog. C'est le type le plus léger que possède cette Compagnie. Au Havre, à Lille, à Nancy, à Tours, où circulent des cars de ce modèle, la traction se fait avec un cheval. A Paris, ils sont attelés de deux chevaux de force moyenne.

MM. Desouches, David et Cie ont livré aux Tramways-Nord, en 1875, 20 voitures avec châssis en fer, suspension en caoutchouc et frein Stilmant adapté aux tramways. Leur contenance est de 38 voyageurs : 14 à l'intérieur et 24 sur les plates-formes. Leur poids atteint 2.360 kilog. Ces voitures sont très solides, mais trop lourdes pour la traction chevaline ; elles conviennent parfaitement à la traction mécanique. Des voitures fournies à la même époque par M. Morel-Thibaut avaient la même contenance et ne pesaient que 2.000 kilogrammes. Elles sont encore en service.

150. Car de Montpellier.

La Compagnie de Construction de la Villette a construit, pour les tramways de Montpellier, un car fermé à 14 places et portant une petite plate-forme à l'avant et à l'arrière. Le châssis de ces voitures est en tôle découpée et leur suspension se compose de blocs en caoutchouc. La longueur de la caisse est de 3 m. 60. et la longueur totale de 4 m. 80. Leur écartement d'essieux n'étant que de 1 m. 50, elles peuvent passer dans des courbes à très petit rayon. Leur poids ne dépasse pas 1.300 kilog. ; un seul cheval suffit pour les trainer sur des rampes qui exigent généralement un renfort.

151. Car découvert de Madrid.

Le car découvert convient surtout aux pays chauds. On l'emploie, cependant, dans beaucoup de villes où la température pendant l'été ne semble pas nécessiter des voitures de ce genre. A Bruxelles, à Versailles, les cars découverts sont très appréciés du public. Les ateliers de la Villette en ont construit un certain nombre pour les tramways de Madrid, sur le modèle représenté fig. 113. Le châssis est le même que celui de la voi-re de Montpellier ; la suspension est en caoutchouc ; l'écartement s essieux n'est que de 1 m. 50, quoique la voiture ait une lon-ur de 6 m. 380. La contenance est de 32 personnes, toutes ises, le car n'ayant pas de plates-formes. Le car de Madrid a

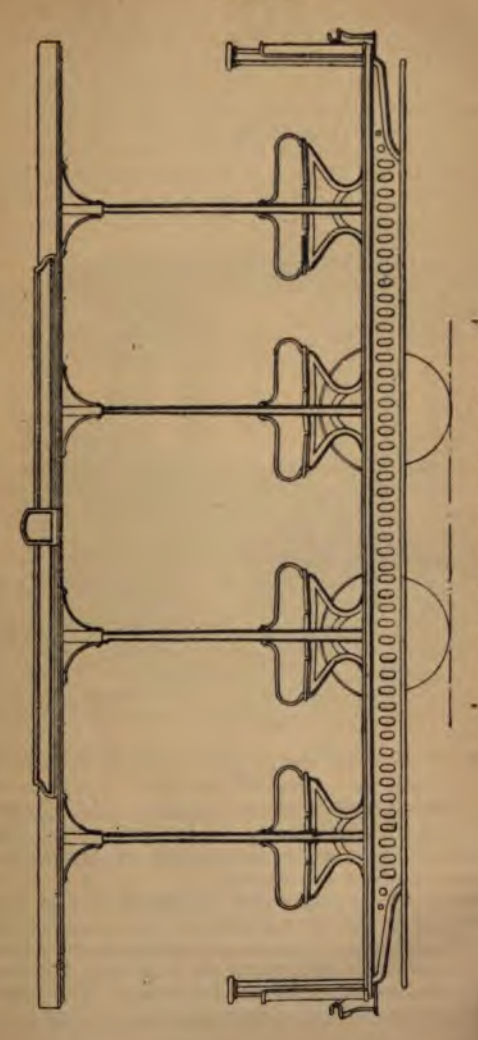


Fig. 113. — Car découvert de Madrid. Échelle : $\frac{1}{50}$.

était de 1.900 kilog., avant d'avoir été modifiées dans les ateliers d'Ivry, près Paris.

Ces ateliers, dirigés par M. Bonnefond, ont livré aux Tramways-Nord 20 voitures pouvant recevoir 32 voyageurs et ne pesant que 1.625 kilog. C'est le type le plus léger que possède cette Compagnie. Au Havre, à Lille, à Nancy, à Tours, où circulent des cars de ce modèle, la traction se fait avec un cheval. A Paris, ils sont attelés de deux chevaux de force moyenne.

MM. Desouches, David et Cie ont livré aux Tramways-Nord, en 1875, 20 voitures avec châssis en fer, suspension en caoutchouc et frein Stilmant adapté aux tramways. Leur contenance est de 38 voyageurs : 14 à l'intérieur et 24 sur les plates-formes. Leur poids atteint 2.300 kilog. Ces voitures sont très solides, mais trop lourdes pour la traction chevaline ; elles conviennent parfaitement à la traction mécanique. Des voitures fournies à la même époque par M. Morel-Thibaut avaient la même contenance et ne pesaient que 2.000 kilogrammes. Elles sont encore en service.

150. Car de Montpellier.

La Compagnie de Construction de la Villette a construit, pour les tramways de Montpellier, un car fermé à 14 places et portant une petite plate-forme à l'avant et à l'arrière. Le châssis de ces voitures est en tôle découpée et leur suspension se compose de blocs en caoutchouc. La longueur de la caisse est de 3 m. 60, et la longueur totale de 4 m. 80. Leur écartement d'essieux n'étant que de 1 m. 50, elles peuvent passer dans des courbes à très petit rayon. Leur poids ne dépasse pas 1.300 kilog. ; un seul cheval suffit pour les traîner sur des rampes qui exigent généralement un renfort.

151. Car découvert de Madrid.

Le car découvert convient surtout aux pays chauds. On l'emploie, cependant, dans beaucoup de villes où la température pendant l'été ne semble pas nécessiter des voitures de ce genre. A Bruxelles, à Versailles, les cars découverts sont très appréciés du public. Les ateliers de la Villette en ont construit un certain nombre pour les tramways de Madrid, sur le modèle représenté fig. 113. Le châssis est le même que celui de la voiture de Montpellier ; la suspension est en caoutchouc ; l'écartement des essieux n'est que de 1 m. 50, quoique la voiture ait une longueur de 6 m. 380. La contenance est de 32 personnes, toutes assises, le car n'ayant pas de plates-formes. Le car de Madrid a

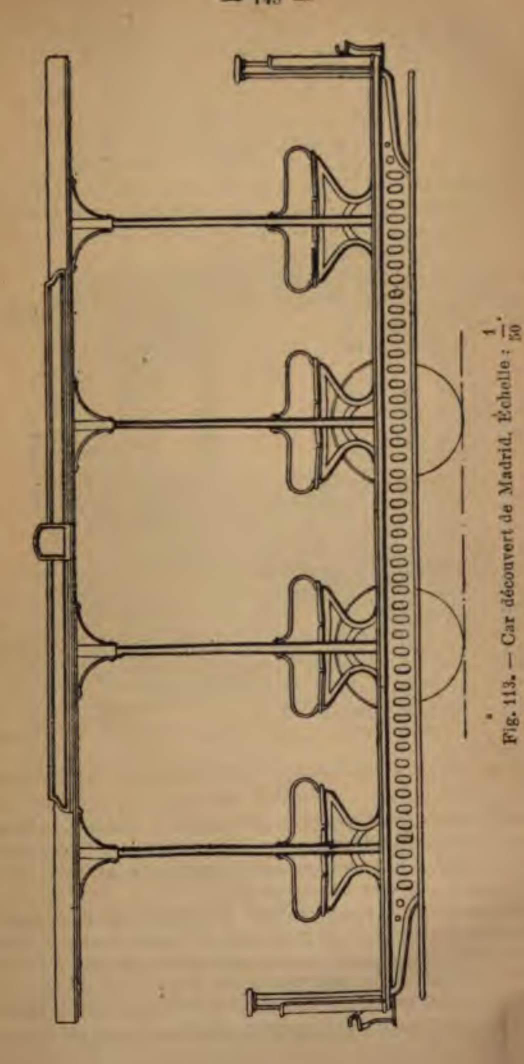


Fig. 113. — Car découvert de Madrid. Échelle : $\frac{1}{50}$.

une largeur de 1 m. 90 entre les montants et de 2 m. 250 entre les bords extrêmes des marchepieds placés sur le côté. Son poids à vide est de 1.450 kilog.

152. Car découvert pour voie réduite. Système Suc.

La disposition est à peu près la même pour toutes les voitures découvertes de grande contenance que l'on construit pour les tramways ; les détails seuls diffèrent. Les dossiers fixes

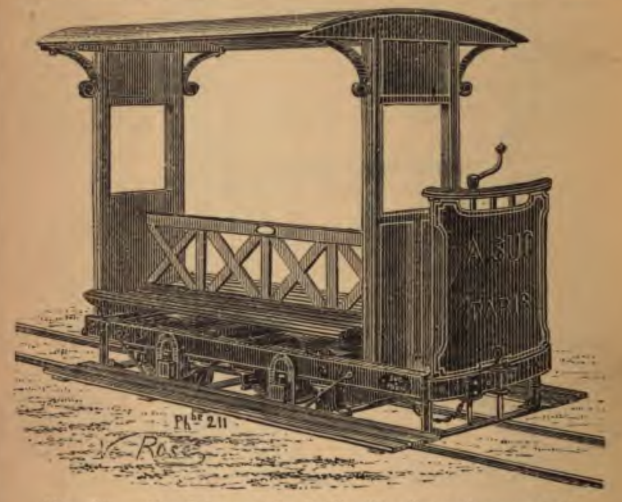


Fig. 114. — Car découvert du Jardin d'Acclimatation construit par M. Suc.

sont quelquefois remplacés par des dossiers mobiles, comme dans le matériel des chemins de fer américains. Quelquefois aussi, l'entrée a lieu par l'arrière, l'espace sur les côtés manquant pour y loger les marchepieds.

Il y a deux ans, la maison Suc a installé dans le Jardin d'Acclimatation du Bois de Boulogne un petit tramway circu-
ire, à la voie de 0 m. 50, en remplacement de celui qui avait
posé par un autre constructeur et qu'on avait dû enlever.
cueil favorable fait par le public à ce chemin de fer minia-
e, a engagé l'Administration du Jardin à le prolonger jusqu'à

la Porte Maillot, en traversant le Bois de Boulogne, Son développement total est d'environ 5 kilomètres. Il a une voie d'aller et une voie de retour, qui sont réunies à la Porte Maillot par une raquette sur le modèle, très réduit, de celle du chemin de Sceaux, à la barrière d'Enfer.

Les voitures sont disposées en chars à bancs et contiennent 8 places, au besoin 10 (fig. 114 et 115). Elles sont suspendues sur quatre ressorts, et munies d'un frein énergique à quatre sabots enrayant les quatre roues à la fois. Ces voitures peuvent



Fig. 115. — Car sans plate forme du Jardin d'Acclimatation construit par M. Suc.

être accouplées deux par deux, et traînées avec leur chargement complet par un poney allant au trot et conduit par un gamin. La voiture sans plate-forme s'accroche derrière la première (fig. 114) de façon à former un train.

Le tramway-miniature du Bois de Boulogne est un succès.

153. Car des Tramways de Caracas.

Les cars découverts que MM. Delettrez ont fournis aux tramways de Caracas, à la voie de 0 m. 75, sont disposés comme

celui de la figure 113. Les bancs peuvent recevoir trois voyageurs chacun.

Les ressorts de suspension et de traction sont en acier. La longueur est de 3 m. 40, la largeur de 1 m. 60 et l'écartement des essieux de 1 m. 22 seulement.

Le poids de cette petite voiture est de 710 kilogrammes. C'est un charmant modèle pour les tramways à voie réduite.

154. Essieux et roues.

Le corps et les portées de calage des essieux de tramways ont le même diamètre.

En France, les roues sont généralement en fer et à rais, et, le plus souvent, avec bandage en acier rapporté. Leur diamètre à la surface de roulement varie de 0 m. 72 à 0 m. 75. Celles qui ont été livrées aux Tramways-Nord pesaient, avec l'essieu, 200 kilogrammes.

Quelques compagnies emploient de préférence des roues en fonte très serrée, avec bandage en acier. Aux États-Unis, les roues en fonte sont exclusivement employées sur les chemins de fer et les tramways. Celles qui sont coulées en coquille pèsent, montées sur l'essieu, 155 kilogrammes la paire, et coûtent 12 dollars (64 fr.). Elles sont très employées sur les tramways étrangers. Leur parcours moyen est, dit-on, de 48,000 kilomètres, et leur durée de 13 à 14 mois. Cependant, sur les lignes à fortes rampes, l'usage fréquent du frein altère rapidement la surface de roulement.

Les roues en fonte sont pleines ou à rais. Quelques tramways emploient des roues en acier fondu (fig. 118 et 119).

155. Passage dans les courbes. Systèmes Larsen et Cleminson

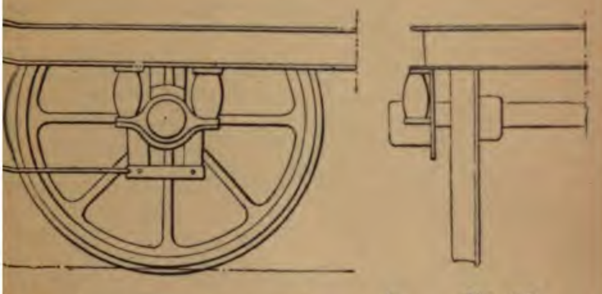
On facilite le passage des cars dans les courbes raides en rapprochant le plus possible les essieux, et en laissant un certain jeu entre la boîte à graisse et la plaque de garde. Pour de grandes voitures, le rapprochement des essieux a pour conséquence de les faire *plonger* de l'avant ou de l'arrière, surtout quand le chargement est inégalement réparti.

M. Larsen, en France, et M. Cleminson, en Angleteterre, ont cru pouvoir corriger ce défaut en montant les cars sur trois essieux au lieu de deux. Voici comment M. Larsen, qui avait exposé en 1878 une voiture construite d'après son système, en décrit la disposition :

« Le train du milieu, qui porte deux roues plus petites que

les roues ordinaires et qui n'a aucune attache directe avec la voiture, est parfaitement libre de suivre toutes les courbes, malgré la rigidité du châssis. Ce train est relié par des tiges articulées avec deux autres trains dont les roues ont les dimensions ordinaires ; ces derniers trains sont attachés au châssis de la voiture par des pivots ou chevilles ouvrières, autour desquels chacun est libre de jouer. Le train du milieu, par suite de ses petites roues, se meut sous le plancher de la voie, et se trouvant relié aux deux autres trains ou *bogies*, ces derniers sont forcés de se placer toujours normalement à la voie. »

La voiture de M. Larsen pouvait recevoir 60 voyageurs et pesait 3,000 kilogrammes, soit un poids mat de 50 kilogrammes par voyageur.



116. — Suspension en caoutchouc. Échelle : $\frac{1}{20}$. Fig. 117.

Dans le système de M. Cleminson, comme dans celui de M. Larsen, la caisse repose sur trois trains indépendants dont les deux extrêmes pivotent et s'inscrivent dans les courbes suivant le wagon. Ils sont reliés par des flèches disposées de manière à maintenir le parallélisme des essieux quand ils sont en ligne droite.

Le car de M. Cleminson contient 38 voyageurs et pèse 2,286 kilogrammes, soit environ 60 kilogrammes par voyageur.

156. Ressorts de suspension.

Les cars américains sont suspendus sur des poires en caoutchouc comme l'indiquent les figures 116, 117, 118 et 119.

La boîte à graisse porte, à droite et à gauche, une sorte de plateau garni de deux petits cônes, venus de fonte, qui péné-

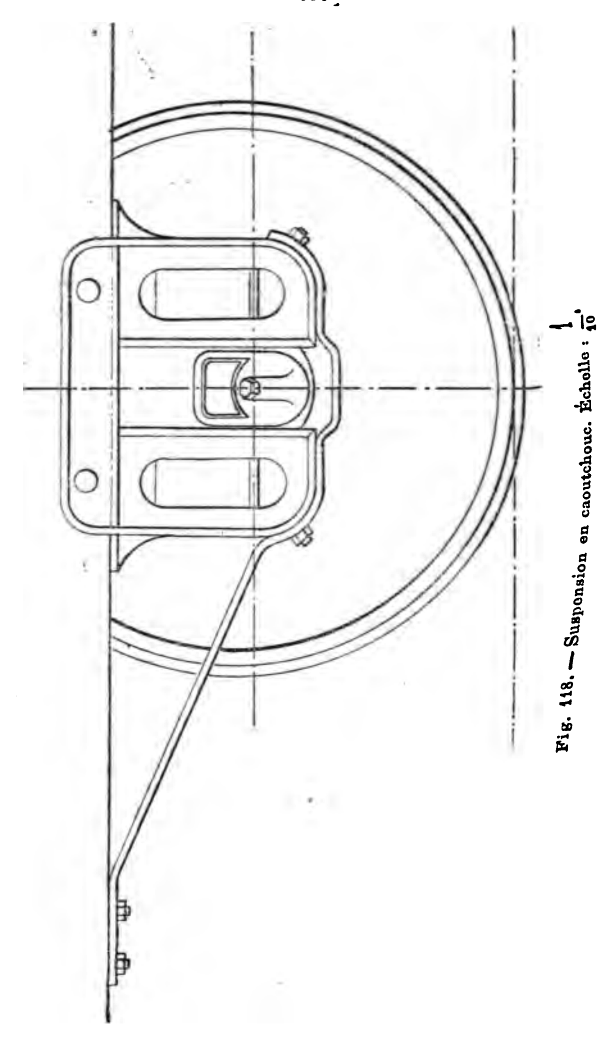
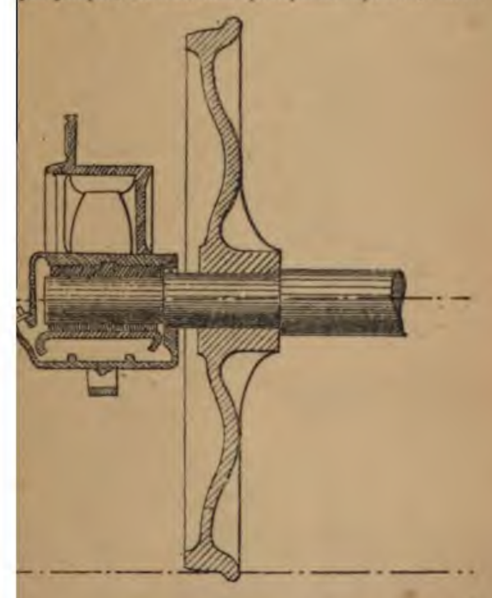


Fig. 118. — Suspension en caoutchouc. Échelle : $\frac{1}{10}$.

bas des poires. Une disposition analogue les main-
e dans le haut. On interpose entre les cônes et le
les petites cuvettes entre lesquelles la poire est
uand elle fléchit sous la charge.
uvent, la plaque porte deux oreilles latérales qui
la déformation des poires sur le côté. Au lieu de
par plaque, on n'en met quelquefois qu'une, sur le



Suspension en caoutchouc et boîte à huile. Échelle : $\frac{1}{10}$.

boîte à graisse. Cette disposition ne vaut pas la

constructeurs remplacent les poires en caoutchouc
sorts à boudin, portant une partie centrale en caout-
ar des ressorts à volute (fig. 120 et 121).
, on donne la préférence aux ressorts à lames ordi-
és en dessus ou en dessous de la boîte à graisse

es de garde sont, généralement, reliées entre elles

Quelques constructeurs se dispensent de mettre un ressort au crochet de traction. C'est un tort, car le *démarrage* est alors beaucoup plus dur.

158. Châssis.

Le châssis des premières voitures de tramways était tout en bois. Depuis quelques années, on emploie le fer — fer à T, fer I et fer à [— pour les longerons et les traverses de tête, et le bois pour les traverses intermédiaires. Quelques ateliers, entre autres ceux de Nivelles, en Belgique, et ceux de Neuhausen, en Suisse, font les chassis tout en fer.

Parmi les châssis tout en bois, on peut citer ceux de la voiture-tramway des Omnibus, ceux des cars que M. Bonnefond a construits pour le Havre, Lille, Nancy, etc.

Avec des plates-formes très chargées, comme le sont celles des voitures où elles forment la seconde classe, avec un faible écartement d'essieux et une longueur très réduite des ressorts de suspension, un porte à faux considérable se manifeste au delà des points d'appui extrêmes, et provoque le cintrage au centre des brancards en bois.

159. Boîte à huile.

On emploie pour les tramways la boîte à huile américaine représentée figure 119.

Elle a extérieurement la forme d'une boîte à graisse ordinaire, et, comme elle, elle est en fonte. Elle se compose, à l'intérieur, d'un coussinet en bronze, qui s'appuie sur la fusée dans toute sa longueur et, seulement, de 0 m 025 à 0 m. 030 sur sa largeur. Un tampon graisseur, garni de coton, entoure la fusée. Dans quelques boîtes, deux petites lames en acier, formant ressort, ou deux petits ressorts en spirale maintiennent le tampon toujours en contact avec la fusée. Un obturateur en feutre garni de cuir empêche du côté de l'essieu les pertes d'huile et l'introduction du sable dans la boîte. On règle le niveau de l'huile par le moyen d'un godet.

160. Frein américain.

Le frein dont on se sert pour les cars symétriques est le frein en usage en Amérique sur tous les chemins de fer, et qui peut être manœuvré indifféremment de l'une ou de l'autre plateforme (fig. 123).

Il se compose d'un balancier suspendu au-dessous de la caisse, et portant à chaque extrémité une tringle de serrage

ar une chaîne au bas de l'arbre de la manivelle. A
: à gauche du centre d'oscillation de ce balancier, sont
eux bielles qui com-
ent le mouvement aux
es sabots.

serre la manivelle
l'avant de la voiture,
e s'enroule au bas de
la tête du balancier à
rapproche de l'avant
ne la bielle de l'arbre
ots de l'arrière qui
serrage de ce côté.
e temps, la tête de
ielle s'est avancée vers
et le serrage s'est
es roues d'avant.

icliquetage, composé
ue à crochet et d'un
'arrêt, permet au con-
le fixer avec le pied
on de la manivelle au
oulu pour le serrage.
ort de 22 à 25 kilo-
, exercé sur la mani-
onne un serrage de
300 kilogrammes sur
oue, serrage bien suf-
our arrêter rapidement
hargé.

Fig. 123. — Frein américain.

Frein Delettrez.

'aut du frein américain
ficulté que l'on éprouve
ir un serrage conve-
orsque, par suite de
les sabots ne sont
contact avec le ban-
s roues. MM. Delettrez
disparaître cette im-
on dans le frein repré-
gure 124, et dont ils
inventeurs.

lancier central et les tringles de serrage reliées par des

De même que dans les voitures à impériale, les sièges des voitures découvertes sont formés de lamelles de bois espacées.

Généralement, les glaces de côté sont mobiles et celles des extrémités sont fixes. On trouve, cependant, des cars où les petits châssis latéraux sont remplacés par de grandes glaces fixes. Pour assurer le renouvellement de l'air, il faut dans ce cas surmonter le pavillon d'un lanterneau avec persiennes ou châssis mobiles à bascule. Dans quelques voitures à glaces mobiles, il n'y a pas de lanterneau, et la ventilation se fait par des ouvertures pratiquées au-dessus des portes, et fermées par des petits châssis semblables à ceux des lanterneaux.

Les premières voitures de tramways avaient des rideaux. On les a remplacés par des stores comme aux Omnibus et au Sud, ou par des persiennes comme dans quelques voitures des Tramways-Nord.

L'éclairage est une partie essentielle de la voiture de tramway. Il se compose souvent de deux lampes placées dans les angles et donnant de la lumière à l'intérieur et sur les plates-formes.

M. Masson, constructeur à Paris, a fait pour plusieurs compagnies de tramways, et notamment pour celle des Tramways-Nord, des lanternes d'intérieur brûlant du pétrole, et garnies de changements de feux pour indiquer le sens de la marche de la voiture, Ces lanternes sont bien établies et font un bon service. Nous aurons l'occasion de reparler plus loin des appareils de M. Masson, qui s'occupe particulièrement de l'éclairage des chemins de fer.

Aux Tramways-Sud et dans les voitures à impériale des Tramways-Nord, l'éclairage se compose d'une grosse lampe en saillie sur le plafond, suivant le système américain, et de deux lanternes de plates-formes jouant le rôle de disques d'avant des locomotives. Ce mode d'éclairage, adopté par les North-Metropolitan-Tramways et par beaucoup de compagnies étrangères, est le meilleur que nous connaissions.

CHAPITRE DIXIÈME

165. Résistance à la traction sur les routes et les voies ferrées.

La résistance à la traction pour une tonne de 1000 kilogrammes st de 30 kilogrammes sur une route empierrée en bon état, de) kilogrammes sur un bon pavé et de 2 kilog. 7 à 4 kilogrammes sur un chemin de fer à rails saillants.

En rampe, il y a augmentation de résistance de 1 kilogramme ar tonne pour chaque millimètre d'inclinaison.

Le tirage ou l'effort de traction qu'il faut exercer pour vaincre s résistances que nous venons d'indiquer augmente avec la tesse.

Sur un chemin de fer, le tirage par tonne est de 2 kilog. 8 our une vitesse de 10 kilomètres et de 3 kilog. 05 pour une tesse de 15 kilomètres à l'heure. La vitesse de 10 kilomètres t à peu près celle des cars de tramways sur les lignes où les rêts ne sont pas fréquents. Mais la résistance à la traction est en plus grande sur les rails creux que sur les rails saillants. le dépend de la forme du rail, de la largeur de l'ornière et son état de propreté. Elle croît avec l'inclinaison de la chaus-e, comme sur les routes et les chemins de fer ordinaires. s courbes produisent une résistance plus sensible sur un mway que sur un railway, parce que le rayon descend quel-efois au-dessous de 20 mètres pour le premier et bien rare-ent au-dessous de 300 mètres pour le second.

36. Coefficient de résistance sur les tramways.

Des expériences nombreuses ont été faites pour déterminer ne manière exacte la résistance à la traction sur les tram-ys en palier, en rampe, et en courbe.

Les résultats obtenus ne concordent pas toujours, parce que expériences ont eu lieu sur des voies et dans des conditions nosphériques différentes. Nous donnons, cependant, à titre renseignements ceux qui nous ont paru les plus intéres-nts.

Des expériences faites par M. Tresca, sur une section du mway de Paris à Sèvres posée dans le macadam, avec une

voiture allant à la vitesse de 12 kilomètres à l'heure, a démontré que la résistance était de 10 kilogrammes par tonne quand les quatre roues avaient des boudins, et qu'elle n'était plus que de 6 kilog. 79 lorsque deux seulement en étaient pourvues.

En 1880, sur les tramways de Hanovre, on a constaté que la résistance d'une voiture à deux chevaux, marchant à la vitesse de 9 kilom. 360, était de 5 kilog. par tonne, et que celle d'une voiture à un cheval, à la vitesse de 13 kilog. 500, était de 6 kilog. 04 par tonne. On ne dit pas sur quelle voie avaient lieu les expériences.

M. Larsen, en 1870, a trouvé sur le tramway de New-Cross à Londres, une résistance de 8 kilog. 244 par tonne anglaise de 1016 kilogrammes. Les expériences ont été faites sur la voie des London-Tramways qui était neuve à cette époque, et dans un état de propreté ordinaire.

M. Easton, ingénieur américain, évalue à 8 kilog. 33 par tonne la résistance à la traction sur un tramway en état ordinaire d'entretien.

En 1880, M. W. Wright a fait sur le North-Chicago-City-Railway une série d'expériences qui ont donné les résultats suivants :

La résistance à la traction a été, avec un car pesant 3 tonnes et marchant à la vitesse de 8 kilom. 046 à l'heure sur de vieux rails usés, de 16 kilog. 372 par tonne en marche, et de 67 kilog. 104 au démarrage. Elle est descendue, dans le premier cas, à 7 kilog. 707, et, dans le second, à 58 kilog. 036 sur des rails neufs.

M. Easton et M. W. Wright ont fait leurs expériences sur des voies formées de *Steps-rails* ou rails de Philadelphie (§ 10) qui n'ont pas d'ornière.

M. Henri Hughes, le constructeur de machines pour tramways, a trouvé une résistance de 11 kilog. 060 par tonne, mais il reconnaît qu'elle dépasse souvent ce chiffre.

M. Edward Woods a évalué à 8 kilog. 928 par 1000 kilogrammes la résistance d'un car de tramway sur une voie en bon état, en palier, et sans courbes.

M. Holt, ingénieur anglais, auquel on doit le *Tram-car starting gear*, s'est livré sur les tramways de Leeds à des expériences fort intéressantes au point de vue de la résistance à la traction sur des rails à ornière. Il s'est servi d'un car pesant, tout chargé, 5600 kilogrammes et traîné par trois chevaux, sauf sur une rampe de 0 m. 053 où l'on a attelé un renfort. La vitesse était de 9 kilom. 655 à l'heure. Dans ces conditions, M. Holt a relevé sur le dynamomètre, comme ef

moyen pendant tout le trajet, le chiffre de 10 kilog. 175 par 1016 kilogrammes.

Il a constaté qu'au démarrage l'effort était de :

204 kilog. 035 sur rampe de 0 m. 013 et, sans la gravité, de 49 kilog. 875,

498 kilog. 755 sur rampe de 0 m. 016 et, sans la gravité, de 72 kilog. 545,

441 kilog. 625 sur rampe de 0 m 020 et, sans la gravité, de 59 kilog. 396.

M. E. Perret s'est livré sur les tramways de Nottingham à une série d'expériences avec un car à 24 places, pesant 1726 kilogrammes et dont les essieux étaient écartés de 1 m. 68. Il a trouvé, l'ornière étant propre, qu'il fallait, au démarrage, un effort par tonne de 22 kilog. 670, et en marche, un effort de 11 kilog. 335. Avec une ornière très sale, la résistance s'élevait à 29 kilog. 924 au démarrage et à 22 kilog. 670 en marche. Sur une rampe de 0 m. 008, et avec une ornière moins sale, elle atteignait 48 kilog. 061 au départ, et en marche 29 kilog. 924. Dans une courbe de 13 m. 720, elle était de 39 kilogrammes à la mise en mouvement et descendait après à 32 kilog. 645. Enfin, sur la rampe de 0 m. 008 et dans une courbe de 6 m. 704, l'effort de traction allait jusqu'à près de 60 kilogrammes au démarrage et se maintenait à 42 kilog. 620 pendant le trajet.

Si l'on tient compte des résistances dues à l'état de propreté de l'ornière, on trouve que, dans une courbe de 6 m. 704 de rayon, la résistance à la traction est près du double de ce qu'elle est en ligne droite.

167. Expériences de la C[ie] des Omnibus de Paris.

A côté des résultats que nous venons de faire connaître, il nous reste à placer ceux que la Compagnie des Omnibus de Paris a obtenus, il y a trois ans, dans des expériences dynamométriques faites sur ses diverses lignes de tramways et d'omnibus.

La voiture-tramway pesait en charge 6000 kilog., et la voiture-omnibus à 28 places représentait un poids de 3600 kilogrammes. On s'est servi du dynamomètre de MM. Morin et Poncelet, modifié par M. l'ingénieur Clair.

Ces expériences ont donné les résultats suivants :

La moyenne de l'effort de traction pour 1.000 kilogrammes a été :

Pour les tramways : de 10 kilogrammes ;

Pour les omnibus : { de 14 à 22 kilog. sur le pavé ;
de 21 à 33 kilog. sur le macadam.

Les expériences ont donné lieu aux remarques suivantes :

Le frein joue un grand rôle dans la conduite des voitures. Manœuvré mal à propos, il est la cause de résistances tout à fait anormales. Ainsi, dans une descente, le travail *théoriquement* est nul ; pratiquement, il varie de 20 à 30 kilogrammètres pour une voiture-tramway. Dans les expériences, il s'est élevé, avec des cochers maladroits, à 100 et même 150 kilogrammètres.

Le démarrage a nécessité un effort au collier variant de 300 à 400 kilogrammes. Avec la bricole, l'effort a été de 450, 500 et 600 kilogrammes.

Avec un bon cocher, l'effort développé au départ a été de 275, 300 et 350 kilogrammes, tandis qu'il a varié entre 400 et 450 kilogrammes avec un cocher maladroit.

Une voiture déraille dans une expérience ; l'effort de traction sur le pavé s'élève de suite à 350 kilogrammes. Sur une ligne, la voie se trouve ensablée pendant 40 mètres environ. L'effort, qui était avant la partie sablée de 10 à 20 kilogrammes, atteint sur ce parcours 100, 150 et 200 kilogrammes.

Le tirage des chevaux n'est pas constant. La voiture lancée roule souvent d'elle même. D'où l'on peut conclure que la vitesse pourrait être plus grande sans augmenter considérablement le travail.

L'omnibus fatigue plus les chevaux que le tramway. Pour le premier, le travail par cheval et par jour est de 605.203 kilogrammètres, tandis qu'il n'est que de 451.017 kilogrammètres pour le second, soit 154,186 de moins pour la voiture-tramway.

On a remarqué que l'effort moyen qui était de 111 et 115 kilogrammes sur une voie neuve, était descendu après 10 mois d'exploitation à 41 et 68 kilogrammes.

De ce qui précède il résulte, que la moyenne des efforts nécessaires pour mettre une voiture-tramway des Omnibus en mouvement, varie entre 250 et 500 kilogrammes avec une vitesse initiale de 1 mètre. M. Tresca avait trouvé dans ses expériences un effort de 360 kilogrammes au démarrage. M. John Philipps, en Angleterre, a constaté que deux chevaux attelés à un car pesant 5.080 kilogrammes exerçaient au départ un effort de 226 à 272 kilogrammes.

Ces diverses expériences, et d'autres que nous pourrions citer, démontrent que pour mettre en mouvement un car, les chevaux doivent exercer un effort de 5 à 6 fois plus grand qu'en marche. Les arrêts fréquents les usent vite ; on peut dire qu'un cheval de tramway ne dure pas plus de 4 à 5 ans.

168. Effort de traction sur les rampes.

Les rampes nécessitent un accroissement d'effort propor-
nnel à l'inclinaison. Généralement, les chaussées où l'on
se un tramway ne présentent pas d'inclinaison supérieure à
m. 050 par mètre.

La rampe d'accès du pont de Neuilly, du côté de Suresnes, a
tte inclinaison; mais, comme sa longueur ne dépasse pas
0 mètres, un car des Tramways-Nord, pesant tout chargé
916 kilogrammes et attelé de deux chevaux, la franchit sans
nfort.

La rampe de 0 m. 032 sur les Tramways-Sud, à l'avenue
oséphine, est beaucoup plus longue et nécessite un cheval de
ôte. Les voitures de cette Compagnie pesant 5.000 kilogrammes
vec leur chargement, exigent des chevaux plus forts que ceux
les Tramways-Nord.

Il est facile de se rendre compte des efforts et du travail des
hevaux du Sud sur la rampe de l'avenue Joséphine.

La résistance à vaincre est de 10 + 32 ou 42 kilogrammes par tonne, soit 210 kilogrammes pour le car du Sud, pesant 5.000 kilogrammes en charge. L'attelage allant au pas et faisant 1 mètre par seconde, le travail développé est de 210 kilogrammètres, soit 70 kilogrammètres par seconde et par cheval. Ce travail se rapproche beaucoup de celui que fournissent les chevaux de la Compagnie des Omnibus sur les lignes accidentées.

Les résultats des dernières expériences des Omnibus prouvent que le coefficient de résistance avec une voiture *à deux boudins* est le même que celui trouvé par M. Tresca, avec une voiture à *quatre boudins*.

à sonnerie et une sorte de godet cylindrique, le tout fermé par un cadenas à secret.

Le conducteur remet à chaque voyageur un ticket en carton qu'il poinçonne devant lui. Au même instant, le cadran indique en sonnant qu'un billet a été délivré, et la partie enlevée par l'emporte-pièce est recueillie par le godet. Le nombre de tickets que le conducteur déclare chaque soir avoir délivré dans la journée, doit correspondre avec le chiffre indiqué par le cadran et le nombre de morceaux de carton trouvés dans le godet. Si l'on donne aux billets une couleur différente suivant leur valeur, 10 centimes, 15 centimes, etc., on a un double moyen de contrôle : le nombre des voyageurs est indiqué par le cadran et la valeur des sommes reçues accusée par le contenu du godet.

3° *Compteur à cadran.* — Le compteur à cadran est employé à Paris par les Omnibus, les Tramways-Nord et les Tramways-Sud. C'est un des meilleurs moyens de contrôle, mais il exige une surveillance bien grande de la part des Compagnies. Celle des Omnibus a dépensé, en 1880, une somme de 97.444 francs pour inspection secrète.

Tous ces moyens de contrôle sont effectifs... à la condition que les conducteurs s'en servent. Un contrôle automatique est encore à trouver.

170. Nombre de voitures nécessaires à l'exploitation.

Ce nombre est donné par la formule :

$$n = \frac{l \times d}{v}$$

Dans laquelle n représente le nombre cherché, l la longueur de la ligne, d le nombre de départs par heure dans les deux sens, et v la vitesse en kilomètres par heure.

Le nombre des cars de réserve est, en général, le quart des voitures en service.

171. Parcours journalier des chevaux.

Les chevaux attelés seuls à un car sans impériale font journellement de 16 à 20 kilomètres, et les chevaux attelés à deux font de 22 à 28 kilomètres. En 1880, les chevaux de tramways des Omnibus ont parcouru par jour 13 kilomètres 512 mètres.

Le travail des chevaux doit dépendre du modèle des voitures, de leur poids, et du profil de la voie. Quelques compagnies font

faire à leurs attelages de 36 à 40 kilomètres par jour. De pareils parcours nuisent à la conservation de la cavalerie.

172. Nombre de chevaux par voiture.

Si dans la formule donnée plus haut, on fait $l = 6$ kilomètres, $d = 24$ par heure, ce qui représente un départ tous les 5 minutes, $v = 8$ kilomètres, on aura :

$$n = \frac{6 \times 24}{8} = 18 \text{ voitures}$$

Et avec les voitures de réserve :

$18 + \frac{18}{4} = 22.5$ ou 23 voitures en tout. Si on admet que le service dure 16 heures, le parcours journalier des cars sera de 16×8 kilomètres ou de 128 kilomètres.

En supposant des voitures à impériale attelées de deux chevaux faisant 26 kilomètres par jour, la traction exigera 10 chevaux par voiture, soit 180 chevaux de relais. Mais comme on compte généralement 15 p. 0/0 pour les malades, indisponibles, etc., il faudra ajouter 27 chevaux de repos aux 180 en service. Ainsi, pour une ligne de 6 kilomètres exploitée avec des voitures de grande contenance partant tous les 5 minutes, de 7 heures du matin à 9 heures du soir, il faudrait 23 voitures et 207 chevaux.

173. Dépenses d'entretien des cars.

Ces dépenses varient suivant le modèle de voiture. Aux Omnibus, l'entretien a coûté, en 1880, 6 fr. 68 par jour pour les Voitures-tramways. Aux Tramways-Nord, où le matériel roulant comprend des cars sans impériale ou avec impériale, la dépense a été de 4 fr. 05. Elle est descendue à 2 fr. 68 à la Compagnie générale des Tramways, qui n'a que des cars sans impériale.

A Londres, l'entretien des cars, tous à impériale, est revenu, en 1880, à 3 fr. 76 aux North-Metropolitan-Tramways et à 4 fr. 89 aux London-Tramways.

174. Nourriture des chevaux de tramways.

Le prix de la ration seule a été, en 1880, de :

2 fr. 3776 aux Omnibus de Paris;

2 fr. 34 aux Tramways-Nord;

2 fr. 2170 aux Tramways-Sud;

2 fr. 162 à la Compagnie générale des Tramways;

181. Évaluation des dépenses de tramways.

Les dépenses d'exploitation des tramways s'évaluent :

Proportionnellement à la recette ;

Par journée de voiture ;

Par journée de cheval ;

Par kilomètre parcouru.

Les Compagnies ne classant pas leurs dépenses de la même manière, il est assez difficile d'établir une comparaison entre leurs frais d'exploitation.

Le rapport de la dépense à la recette est :

Pour les North-Metropolitan-Tramways.	76.38 0/0
— les London-Tramways.	97.47
— les Tramways de Glasgow	62.40
— d° d'Edimbourg	84.00
— la Compagnie générale des Tramways	71.59
— d° des Tramways de Genève .	74.36

La journée de voiture coûte :

A la Compagnie des Omnibus de Paris	105.21
d° des Tramways-Nord	84.54
d° générale des Tramways.	55.38
d° do. des Tramways de Genève.	49.90
d° do. des Tramways de Bienne.	37.61

La Compagnie des Omnibus n'emploie que des voitures à impériale. Celle des Tramways-Nord met en circulation des voitures des deux types. La Compagnie générale exploite le Havre, Nancy, Orléans, Tours, avec des cars à un cheval. A Genève, les voitures sont sans impériale et traînées par deux chevaux ; les rampes sur quelques points sont très fortes. Les tramways de Bienne n'ont que des voitures à un cheval.

Les chiffres qui précèdent sont extraits des rapports de 1880, sauf ceux relatifs aux tramways de Genève et de Bienne.

TROISIÈME PARTIE

CHEMINS DE FER SUR ROUTES

CHAPITRE PREMIER

182. Établissement de la voie sur les routes et dans les traverses.

Les chemins de fer sur routes sont placés sur les accotements, et la voie peut être formée de rails saillants dans les parties non accessibles aux voitures ordinaires. Ce sont alors de véritables chemins de fer installés sur des voies publiques. Dans la traversée des villes et villages, ils sont établis sur la chaussée. Le chemin de fer sur routes devient dans ce cas un *tramway* et les prescriptions de l'article 6 du Cahier des charges des tramways lui sont applicables.

183. Largeurs de voie autorisées en France.

D'après l'article 4, la largeur de la voie entre les bords extérieurs des rails doit être de 1 m. 44 pour les chemins de fer sur routes à voie large, de 1 m. 00 ou de 0 m. 75 pour ceux à voie étroite. Il s'agit ici de voies ferrées destinées au transport des voyageurs et des marchandises. Quant à celles sur lesquelles le public n'est pas admis à voyager, il est permis de leur donner la largeur que l'on veut.

La cote adoptée à l'origine des chemins de fer était de 1 m. 50 d'axe en axe, mais comme la largeur du champignon des rails varie suivant les profils, il s'en suivait que la cote à l'intérieur, qui est, en France, de 1 m. 44 à 1 m. 45 et qui, en Allemagne, n'est que de 1m . 435, variait de son côté. On s'est alors décidé à prendre la cote à l'intérieur pour désigner la largeur des voies.

Aux Etats-Unis, l'écartement-type de la petite voie est de 0 m. 91, mais sur quelques voies ferrées locales il varie de 0 m. 61 à 1 m. 21. Au Canada, il est de 1 m. 06. Sur plusieurs chemins industriels, en Angleterre, l'écartement n'est souvent que de 0 m. 46 et même 0 m. 38. On cite une petite ligne établie à Furness Abbey à la voie de 20 centimètres.

En France, la largeur généralement adoptée, jusqu'à présent, pour les chemins de fer sur routes est de 1 mètre, mais sur plusieurs petites lignes industrielles elle ne dépasse pas 0 m.76; elle descend parfois à 0 m. 50 et même à 0 m. 40.

184. Résistance à la traction sur les chemins de fer sur routes.

On peut admettre que la résistance totale à la traction est de $\frac{1}{5}$ plus grande sur un chemin de fer placé sur une route, que sur un chemin de fer établi en rase campagne. Une voie ferrée sur laquelle les piétons et les bestiaux peuvent circuler librement, ne peut être maintenue en aussi bon état que celle où cette circulation n'est pas admise.

Comme sur les tramways, la résistance augmente en rampe de 1 kilogramme par tonne pour chaque millimètre d'inclinaison. Elle varie dans les courbes suivant le rayon, l'écartement des essieux, le diamètre des roues, la longueur du train et, surtout, suivant la largeur de la voie.

Voici ce que dit à cet égard M. Ch. Goschler dans son intéressante brochure *Les Chemins de fer nécessaires :*

« En supposant que la pression P — pression horizontale « exercée par le rail sur le boudin — soit la même pour les « deux voies — celle de 1 m. 50 et celle de 0 m. 60, — on ar- « rive à cette conclusion : que les résistances, au passage dans « les courbes, sont entre elles comme les racines carrées des « largeurs de voie. Si l'écartement de la petite voie d = 0 m.60 « et celui de la grande voie D = 1 m. 50, ces résistances sont « entre elles comme 7 est à 12; autrement dit, enfin, la résistance « à la traction d'un train, du fait de l'influence des courbes de « la voie de 0 m. 60, est les 7/12 seulement de la résistance » d'un train, dans les courbes de la voie de 1 m. 50, toutes « choses égales d'ailleurs. »

Quand la voie est placée en tramway, les résistances sont les mêmes que celles énumérées aux paragraphes 163 et 164.

185. Avantages de la voie réduite.

ec la voie réduite, on diminue les frais d'entretien par du peu de charge des essieux et du matériel de transport; tient une meilleure proportion entre le poids non payant poids payant, proportion qui est, en général, de 1 à 3 pour e réduite, tandis qu'elle n'est que de 1 à 2 pour la voie ; on utilise plus complètement le matériel roulant, parce est plus facile de trouver des chargements de 2 à 4 tonnes es chargements de 10 tonnes; enfin, les petits wagons moins lourds à manœuvrer que les grands et exigent, quemment, moins de personnel.

voit, par ce qui précède, que la voie réduite est un des nts indispensables des chemins de fer sur routes, dont la uction et l'exploitation doivent être essentiellement éco-ques.

st des cas, cependant, où l'on est obligé d'avoir recours à e large : c'est lorsqu'il s'agit de rejoindre à quelques ètres un chemin de fer à voie normale, auquel on remet, llement et en grande quantité, des marchandises ne pou-pas être transbordées sans de grands inconvénients.

e peu de largeur de l'accotement ne permet que l'in-ion d'un chemin à voie réduite, on peut avoir recours au lé employé sur la petite ligne de Ribauvillé. Les wagons grande voie sont montés et transportés sur des plates-s à deux trains articulés, sur lesquelles sont placés deux l'écartement de 1 m. 50.

36. Conditions imposées à l'établissement de la voie sur les accotements.

ablissement de la voie ferrée sur un accotement est déter-par l'article 7 du Cahier des charges. Elle doit reposer, a partie interdite aux voitures ordinaires, sur une couche last exclusivement composé de *pierre cassée* ou de *gravier* une largeur égale à celle de la voie augmentée d'au moins 0 et d'au moins 0 m. 35 d'épaisseur totale, qui sera ara-niveau avec la surface de l'accotement relevé en forme ttoir.

artie de la voie publique qui restera réservée à la cir-n des voitures ordinaires présentera une largeur d'au 6 mètres — minimum admissible pour une route natio-Cette largeur sera mesurée en dehors de l'accotement oc-par la voie ferrée, et au dehors des emplacements qui affectés au dépôt des matériaux d'entretien de la route.

L'accotement occupé par la voie ferrée sera limité, du côté de la route, au moyen d'une bordure d'au moins 0 m. 12 de saillie, d'une solidité suffisante ; dans les parties de routes et de chemins dont la déclivité dépassera 0 m. 03 par mètre, cette bordure sera accompagnée et soutenue par un demi-caniveau pavé qui n'aura pas moins de 0 m. 30 de largeur. Un intervalle libre de 0 m. 30 au moins sera réservé entre la verticale de l'arête de cette bordure et la partie la plus saillante du matériel de la voie ferrée ; un autre intervalle libre de 1 m. 10 subsistera entre ce matériel et la verticale de l'arête extérieure de l'accotement de la route.

Les rails qui, à l'extérieur, sont au niveau de l'accotement régularisé, ne forment sur l'entre-rails que la saillie nécessaire pour le passage des boudins des roues du matériel de la voie ferrée.

187. Courbes et rampes.

D'après l'article 5 du Cahier des charges, les alignements doivent être raccordés entre eux par des courbes dont le rayon ne peut être inférieur à 40 mètres *pour le cas de voies ferrées exploitées au moyen de locomotives.* Le maximum de déclivité est fixé, en général, à 40 millièmes.

Le maximum des rampes sur les routes et les chemins vicinaux est de 50 millièmes par mètre, mais il y a des localités où l'on rencontre des rampes de 60 et de 70 millimètres.

Nous n'essaierons pas de démontrer dans cet ouvrage que ces rampes sont aujourd'hui très abordables, et que pour des lignes à faible trafic, comme le seront presque toujours les chemins de fer sur routes, il vaut mieux les accepter telles quelles que de détourner la voie. Nous pourrions citer de nombreux exemples de voies ferrées présentant des déclivités supérieures à 40 millimètres, et qui sont franchies par des locomotives sans adhérence artificielle. Sur le tramway de Villiers-le-Bel, la voie, qui traverse le village en suivant la rue principale dont la chaussée n'a que 5 mètres de largeur, présente des déclivités de 53 millièmes et des courbes inférieures à 30 mètres. Une locomotive de 12 tonnes remonte souvent sur cette rampe trois voitures à voyageurs pleines et un fourgon à bagages.

Si la ligne de Villiers-le-Bel avait été établie d'après la loi nouvelle, on aurait été forcé de l'arrêter à l'entrée du village, et les habitants auraient trouvé moins de facilités dans le tramway que dans les anciens omnibus.

Sur les chemins de fer sur routes, comme pour les tramways, le maximum de largeur admissible pour le matériel roulant a

ɛé à 3 m. 10 pour la voie de 1 m. 44, à 2 m. 80 pour la
le 1 mètre et à 2 m. 175 pour la voie de 0 m. 75.
largeur d'une machine pour voie de 1 mètre est en général
n. 80, toutes saillies comprises. Cette largeur est suffisante
ıne voiture à voya-
avec couloir en
omme dans les om-
ou avec ban-
s transversales et
partiments comme
e matériel des che-
le fer ordinaires.
ceptant cette lar-
le 1 m. 80, l'es-
occupé par la voie
sur l'accotement
aux termes du
des charges, de
20. On la rédui-
3 mètres en don-
à la machine la
r de 1 m. 60, qui
le de la locomotive
onnes, en charge,
uite par la maison
Kœchlin et Cie,
le chemin de fer
sons et Trébiau à
de 0 m. 80 (fig. 125).
nt à la voiture,
ourrait avoir la
largeur sans grand
énient pour les
urs. Celle que re-
tent les figures 154
n'a que 1 m. 50,
saillies com-
La petite ligne
illiers-le-Bel n'a
largeur de 3 mè-
pleine route.

Fig. 125. — Coupe en travers de la voie de Cessons et Trébiau.

Échelle : $\frac{1}{40}$.

ide des renseignements qui précèdent et en tenant compte
nensions principales des routes et chemins données ci-
s, il sera facile de déterminer la largeur à donner à la
ıivant celle de l'accotement.

	LARGEUR		DIME ord des c et acc
	d'un accotement	de la chaussée	
1° Routes nationales.	3 à 3m, 50	7 à 8m, 00	13 à
2° Routes départementales	2m, 00	6m, 00	
3° Chemins de grande communication . .	1m, 50	4 à 5m, 00	7 à
4° Chemins vicinaux.	1m, 50	3m, 00	5 à

188. Profils en travers de la voie de 1 et de celle de 0m,75.

Nous donnons dans les figures 126, 127, 128 et 129 en travers du chemin de fer de Lausanne à Echalens,



Fig. 126. — Profil de la voie de 1 mètre en rase campa

Échelle : $\frac{1}{100}$.

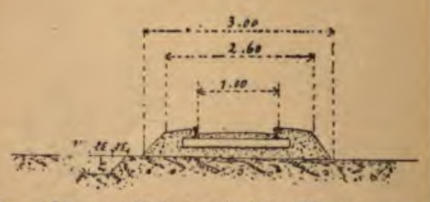
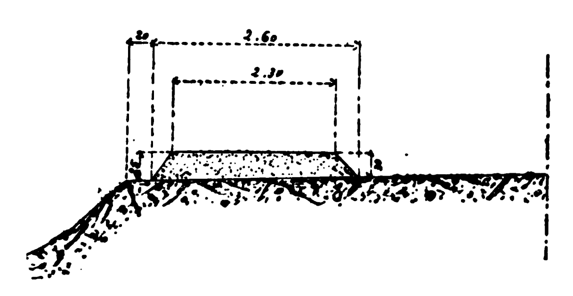


Fig. 127. — Autre profil de la voie de 1 mètre en rase cam

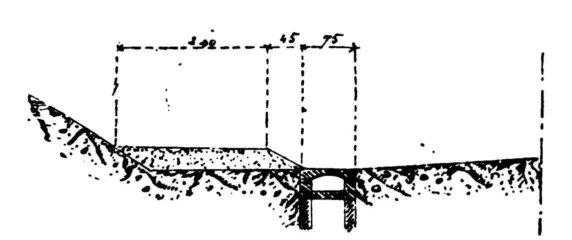
Échelle : $\frac{1}{100}$.

soit en rase campagne, soit sur route, à la voie de 1 MM. Joyau et Dumont, ingénieurs, ont fait paraître s petite ligne et sur celle de Turin à Rivoli une broch intéressante,



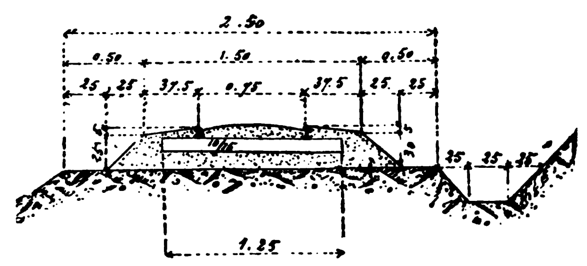
128. — Profil de la voie de 1 mètre en remblai sur une route.

Échelle : $\frac{1}{100}$.



129. — Profil de la voie de 1 mètre sur une route en tranchée.

Échelle : $\frac{1}{100}$.



Fg. 130. — Profil de la voie de 0m, 75 en rase campagne.

Échelle : $\frac{1}{50}$.

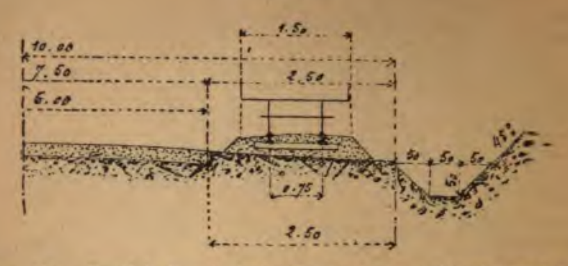


Fig. 131. — Profil de la voie de $0^m,75$ sur une route départementale. Échelle : $\frac{1}{100}$.

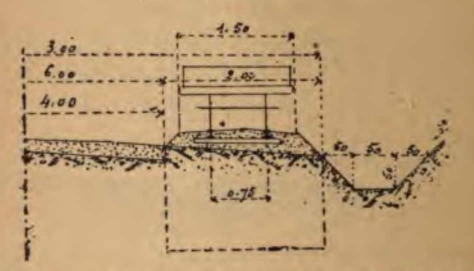


Fig. 132. — Profil de la voie de $0^m,75$ sur un chemin vicinal de grande communication. Échelle : $\frac{1}{100}$.

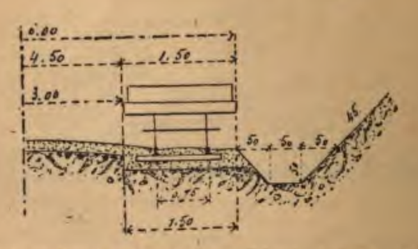


Fig. 133. — Profil de la voie de $0^m,75$ sur un chemin vicinal d'intérêt commun. Échelle : $\frac{1}{100}$.

Quant à la voie de 0 m. 75, les figures 130, 131, 132 et 133 indiquent comment il faut l'établir en rase campagne et sur les accotements des routes et chemins. Nous les avons empruntées à l'*Etude théorique et pratique sur les chemins de fer à traction de locomotive sur routes*, publiée par M. Alfred Faliès, ancien ingénieur aux Chemins de fer de l'Ouest.

M. Faliès s'est fait le promoteur en France de la voie de 0 m. 75. Se ralliant à l'opinion de M. Spooner, l'éminent ingénieur du chemin de fer du Festiniog, qui reconnaît que cette largeur est préférable à celle de 0 m. 60, il a démontré, avec beaucoup d'habileté, que la voie de 0 m. 75 est celle qui convient le mieux aux chemins de fer sur routes à faible trafic, dont notre pays a tant besoin.

Malheureusement, la loi nouvelle en limitant le rayon des courbes à 40 mètres et le maximum des rampes à 40 millièmes, enlève à la voie de 0 m. 75 la facilité d'emprunter les routes et chemins sans aucune rectification ni en plan, ni en profil. C'est là le plus précieux de ses avantages.

189. Poids des rails. Composition de la voie.

Le poids des rails varie suivant l'importance du trafic et les déclivités de la route. Ces deux données permettent, en effet, de déterminer le poids des machines et, par suite, celui du rail, les dimensions et le nombre des traverses.

Le tableau suivant donne ces renseignements pour cinq petites lignes à la voie de 1 mètre.

	POIDS des rails	ÉCARTEMENT des traverses	DIMENSIONS	POIDS des machines
				tonnes
Lagny à Neufmoutiers. .	16 k.	0m, 75	»	13 à 14
Lausanne à Échalens. .	29	1m, 16	1m, 80 × 0m, 12 × 0m, 20	11
Mokta-el-Hadid	20	0m, 75	1m, 80 × 0m, 12 × 0m, 18	16 5
Ergastiria . .	20 acier	0m, 74	1m, 60 × 0m, 12 × 0m, 21	21
Villiers-le-Bel	16	0m, 90	1m, 80 × 0m, 12 × 0m, 18	10 à 12

Le rail de 29 kilogrammes a été reconnu trop fort pour la ligne de Lausanne à Echalens. C'est l'ancien rail de la voie Fell posée sur la route du Mont-Cenis.

Un rail Vignole en acier, du poids de 20 kilogrammes au mètre courant, convient parfaitement à un chemin de fer sur route dont le trafic dépasse 6000 francs par kilomètre.

Voici la composition du prix de revient pour une travée de 6 mètres, d'une voie en rails d'acier de 20 kilogrammes posée, il y a trois ans, dans la banlieue d'une grande ville de l'étranger où le mouvement des voyageurs est considérable :

12 mètres de rails en acier pesant 20 kilogrammes le mètre courant, soit 240 kilog. à 300 fr. la tonne.	72 fr.	»
8 traverses en chêne de $1^m,50 \times 0^m,10 \times 0^m,20$ à 4 fr. la traverse	32	»
4 éclisses en acier pesant 2 kilog. 400 l'une, soit 9 kilog. 60 à 0 fr. 40 le kilogramme.	3	85
8 boulons d'éclisses pesant 0 kilog. 350, soit 2 k. 80 à 0 fr. 40 le kilogramme	1	10
32 tire-fond à 0 kilog. 300, soit 9 kilog. 600 à 0 fr. 40 le kilogramme.	3	85
Ensemble par 6 m. de voie . . .	112 fr.	80
Soit pour les matériaux d'un mètre de voie . . .	18 fr.	80
Pose comprenant le sabotage des traverses, le transport des matériaux à pied d'œuvre, et le coltinage	1	50
Ballast en caillou ou pierre cassée : $0^m,645 \times 6$ fr. .	3	85
Prix du mètre courant posé . . .	24 fr.	15
Travaux préparatoires par mètre courant . . .	3	50
Prix total du mètre courant . . .	27 fr.	65

190. Voie Serres et Battig.

La voie Serres et Battig a été adoptée, en Italie, par la Compagnie des Tramways de Bologne, Rome, etc. pour des chemins de fer sur routes aux environs de Milan. Une Compagnie belge de chemins de fer économiques l'emploie, de son côté, pour ses petites lignes posées sur les accotements des routes. Par sa solidité, la facilité de sa pose et l'économie dans les renouvellements, elle convient au genre de voies ferrées qui nous occupe. C'est à ce titre que nous l'avons représentée dans les figures 134, 135, 136, 137, 138 et 139.

Le rail (fig. 134), qui appartient à la classe des rails en trois parties, se compose d'un *rail proprement dit*, en acier ou en fer (fig. 139), à fort champignon, sans patin, dont l'âme est emprisonnée entre les joues verticales de deux longrines en fer.

Les longrines (fig. 134 et 135) sont en fer laminé, de profil

ıymétrique, composées de deux ailes reliées par une âme ; elles ormeut, pour ainsi dire, éclisses continues de chaque côté du ail. Une fois assemblées avec celui-ci, leurs parties médianes

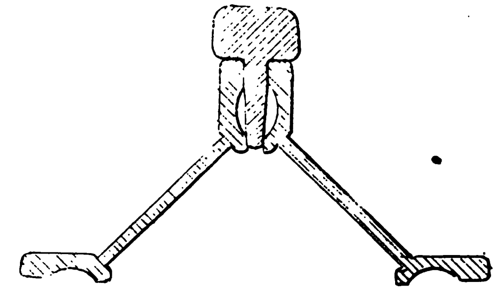


Fig. 134. — Rail et longrines de la voie Serres et Battig.

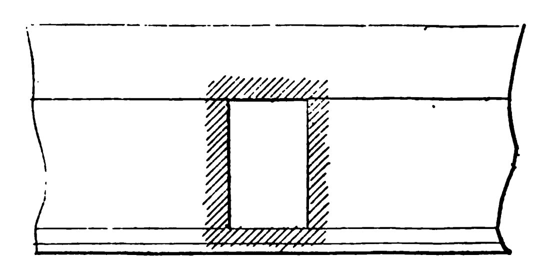


Fig. 135. — Vue en élévation de la longrine.

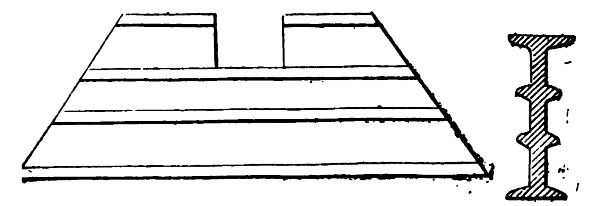


Fig. 136. — Tenons de la voie Serres et Battig. Fig. 137.

·ésentent l'une sur l'autre une inclinaison de 90°. Elles ont ıpparence d'un V renversé que l'on remplit de ballast par ıurrage à la pioche.

De distance en distance, les longrines sont percées
rectangulaires ou lumières (fig. 135), destinées à don
sage aux pièces d'assemblage qui sont de deux espè
tenons et les *entretoises*.

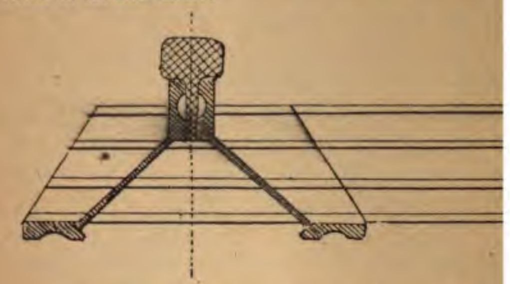


Fig. 138. — Entretoise de la voie Serres et Battig.

Les tenons sont découpés dans un simple fer plat de
à 0 m. 015 d'épaisseur pour les voies à petite section. Ils
à leur partie supérieure une encoche destinée à rece

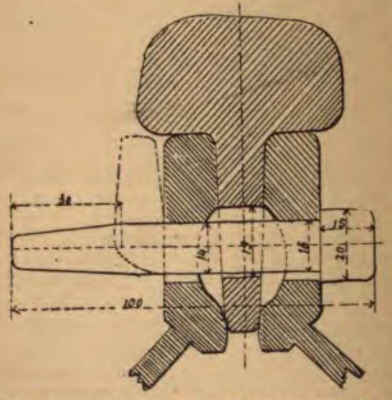


Fig. 139. — Rail avec ses attaches aux longrines.

rties supérieures des longrines. Ils assemblent entre
ngrines d'un même cours de rails.
Les entretoises sont du même profil que celui de
nais plus longues que ces derniers, de façon à leur p

elier ensemble les deux cours de rails. Le rôle des entre-s est de maintenir invariable l'écartement de la voie ; elles ent, à chacune de leurs extrémités, une encoche à distance ue semblable à celle du tenon, pour obtenir l'écartement miné.

r empêcher le glissement longitudinal du rail entre les lon-s, il est fait usage de goupilles à tige elliptique et à tête carrée goupille, une fois introduite dans les trous qui doivent la voir, est recourbée au moyen d'un outil spécial.

voie Serres et Battig à l'écartement de 1 mètre, entre les relets, avec entretoises et tenons en tôle de 0 m. 012, pèse nnes 500 par kilomètre.

191 Pose de la voie dans les traverses. Voie Broca.

ns les parties où la voie doit être posée avec des rails sans e, on peut placer un contre-rail en fer ou en acier, comme la voie Marsillon, ou employer la voie Broca dont nous s parlé au § 81. Cette dernière est d'une pose facile.

place les rails directement sur le sol, et on les assemble moyen d'éclisses boulonnées, en ayant soin d'alterner les s. La voie Broca étant formée de rails Vignole, se raccorde ement avec les rails saillants des accotements. On peut, au en des entretoises qui sont d'une longueur suffisante, donner urécartement dans les courbes. Le surécartement est d'au-plus nécessaire pour les chemins de fer sur routes, qu'au d'une voiture isolée, on en a plusieurs engagées dans la be à la remorque d'une machine

192. Poids des rails de la voie de $0^m,75$.

rail que M. A. Faliès a choisi pour sa voie de 0 m. 75 est il en acier, type du Creusot, pesant 12 kilogrammes au e courant. Il est assez résistant pour supporter le poids des motives de 9 tonnes portées sur trois essieux, ce qui repré-e un poids de trois tonnes par essieu (fig. 140). Le chemin r de Cessous et Trébiau, à la voie de 0 m. 80 — 0 m. 766 œuvre — a adopté également un rail en acier de 12 kilo-mes, dont le profil diffère peu de celui du Creusot.

193. Rail américain pour voie réduite.

rail de 12 kilog. 500 est très en usage aux Etats-Unis, pour hemins de fer économiques à voie réduite. Les figures 141 2 représentent celui du North-Billerica and Bedford-Railroad

avec son mode d'éclissage. Les fig. 143 et 144 donnent les fils en travers de cette intéressante petite ligne, à laquelle consacrons plus loin un paragraphe spécial.

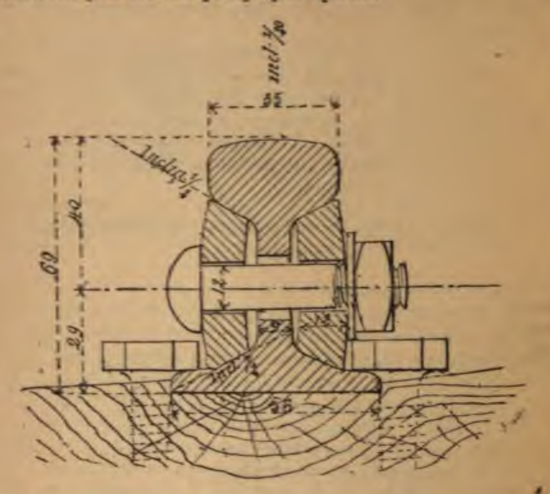


Fig. 140. — Rail en acier de 12 k. le mètre courant. Échelle : $\frac{1}{2}$.

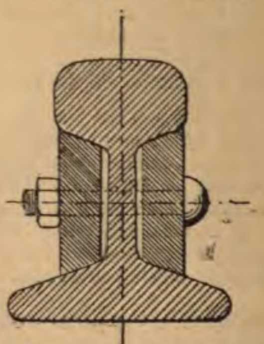


Fig. 141. — Rail du North-Billerica et Bedford-Railroad. Poids : 12 k. 455.

M. Vignes, auteur de la brochure sur le Festiniog dont nous avons déjà parlé, dit à propos du rail de cette ligne :

Il est à noter que la largeur du champignon est de 5 centimètres environ, ce que nous ne saurions trop recommander d'imiter dans les lignes à voie étroite. Certains chemins à voie

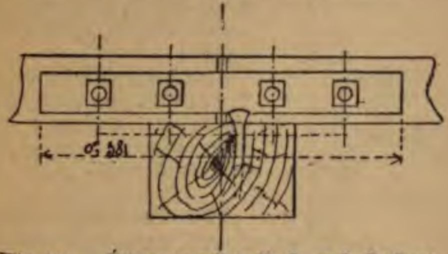


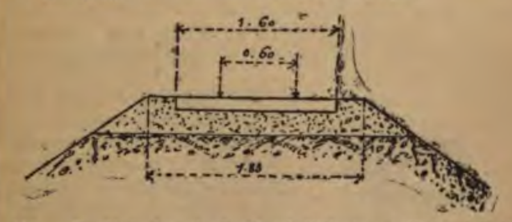
Fig. 142. — Éclisse du rail du N.-B. et B.-Railroad.

0 m. 60 à 0 m. 75 ont été construits en France avec des ls à patin dont les champignons ont quelquefois moins de et même de 25 millimètres de largeur. Ces champignons sont



143. — Profil de la voie du North-Billerica et Bedford-Railroad.

eaucoup trop étroits. Ils se fatiguent vite et creusent rapidement une gorge dans les bandages des roues. »



g. 144. — Profil de la voie du North-Billerica et Bedford-Railroad en remblai.

MM. Porter, Bell et Cie, grands constructeurs de locomotives ittsbourg (États-Unis), font la même recommandation à leurs ents : des rails légers doivent avoir des champignons aussi

larges que possible, attendu qu'un champignon très étroit cre[illegible] une gorge dans le bandage des roues motrices. *Light ra[illegible] should be made with broad hea[illegible] as possible, as a very narrow he[illegible] wears grooves in the driving whe[illegible] tires.*

Des détails de prix donnés p[illegible] M. A. Faliès dans sa brochure, [illegible] résulte que la dépense pour u[illegible] mètre de voie ordinaire en plac[illegible] se ait de 16 fr. 65.



Fig. 145. — Voie des Tramways de Caracas.

194. Pose de la voie de 0m,75 dans les traverses

Dans les traverses, on peut, pou[illegible] la voie de 0 m. 75 comme pou[illegible] celle de 1 mètre, ajouter un contre[illegible] rail moins pesant que le rai[illegible] Lorsque la voie doit être posée e[illegible] tramway, M. A. Faliès ajoute [illegible] contre-rail de 8 kilogrammes dont le champignon et le patin son[illegible] moins larges que ceux du rail. Rail et contre-rail sont fixés sur les traverses par trois tire-fond, comme les rails et contre-rails Vignole des passages à niveau des chemins de fer ordinaires.

195. Voie des tramways de Caracas.

MM. Delettrez ont fait pour les tramways de Caracas, sur le modèle de la voie Marsillon, une voie légère, à l'écartement de 0 m. 75, dont le rail pèse 7 kilog. 200 et le contre-rail 5 kilog. 700, soi[illegible] en tout 12 kilog. 900 (fig. 145).

Les traverses sont métalliques leur poids n'est que de 6 kilo grammes. Les fourrures, coussi*ets*, entretoises et boulons ne pèsent que 8 kilog. 800 p[illegible] *être courant.*

Cette petite voie a été étudiée pour un tramway à traction animale et serait trop faible pour supporter des machines. Rien n'empêcherait de la faire plus forte et de lui donner, comme dans celle de M. Faliès, un rail de 12 kilogrammes et un contre-rail de 8, tous deux en acier.

196. Surécartement et dévers à donner à la voie.

M. Ledoux, ingénieur des mines, dans son ouvrage sur *Quelques chemins de fer à voie étroite*, estime que pour les courbes au-dessous de 100 mètres, le surécartement de la voie doit être au moins de 15 millimètres. C'est celui qui a été adopté pour la ligne de Villiers-le-Bel et on paraît s'en être bien trouvé.

Quant au dévers, la formule du chemin de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, donne ·

$$d = \frac{V}{R}$$

Pour des rayons de 40 mètres et des vitesses de 5 kilomètres à l'heure, on a :

$$d = \frac{5}{40} = 0 \text{ m. } 125$$

Pour des vitesses de 10 kilomètres, on aurait :

$$d = \frac{10}{40} = 0 \text{ m. } 250$$

Mais il faut réduire aux 2/3 les résultats obtenus, pour tenir compte de la différence de largeur des voies — 1 m. 44 à 1 m. 00. — On trouve alors 0 m. 167 au lieu de 0 m. 250, pour la voie de 1 mètre.

Le surhaussement est racheté sur la ligne des rails à laquelle on l'applique, au moyen d'un plan incliné dont la longueur minima varie suivant l'importance du surhaussement, et qui, dans les circonstances ordinaires, doit avoir 10 mètres de longueur pour chaque centimètre de surhaussement. Ainsi, les plans inclinés dans l'exemple qui précède devraient avoir une longueur de 167 mètres. La nécessité de répartir le surhaussement par une pente douce, conduit naturellement à l'idée de répartir, graduellement aussi, la courbure elle-même. La courbe *l'élastique* a été indiquée par M. Chavès, ingénieur au Chemin de fer du Nord, comme la courbe qu'il convient d'intercaler entre l'alignement et l'arc de cercle pour répartir la surélévation.

197. Arcs paraboliques pour les courbes raides.

D'après M. Vignes, sur certaines portions du Festiniog, où les courbes, qui n'ont souvent que 35 mètres de rayon, se suivent sans interruption, il n'existe point d'alignement droit entre les courbes successives de sens contraire. Les trains, longs souvent de 360 à 400 mètres, se trouvent souvent engagés sur trois courbes de sens différents. Néanmoins, le passage dans les courbes s'effectue avec une grande facilité et une extrême douceur.

L'ingénieur du Festiniog, M. Spooner, est arrivé à ce résultat remarquable en donnant aux courbes un tracé parabolique. Leurs extrémités se fondant pour ainsi dire avec les alignements ou les courbes en sens contraire qui les suivent, leur entrée devient beaucoup plus facile et se fait sans secousse. Leur rétrécissement au sommet n'a pas d'effet nuisible sur le train; une fois qu'il est entré dans la courbe, il triomphe aisément de la résistance qu'il rencontre sur ce point.

198. Rayon à donner aux voies d'évitement.

On peut, dans les gares où l'espace manque, ne donner que des rayons de 25 à 30 mètres aux changements de voie, et aux voies de manœuvre sur lesquelles ne passe qu'un véhicule à la fois, machine ou wagon.

Lors même que le service des trains pourrait se faire en navette sans la moindre difficulté, il est prudent d'avoir entre les points extrêmes un ou plusieurs évitements; leur nombre dépend de la longueur de la ligne, du nombre de trains et de leur vitesse. Ces évitements doivent être placés de préférence dans les stations intermédiaires.

Il faut donner aux évitements un rayon d'au moins 50 mètres.

Voici comment on calcule la longueur de la voie d'évitement.

Si on appelle R le rayon de la courbe, e la largeur de la voie — 1 mètre, — l la longueur du changement, on a:

$$l = \sqrt{2 R e} = 10 \text{ mètres.}$$

Aux termes de l'article 15 du cahier des charges, la longueur totale d'un train ne peut dépasser 60 mètres. Pour pouvoir le garer, il faut donner à l'évitement une longueur de 80 mètres, savoir : 20 mètres pour les deux changements de voie et 60 mètres pour la partie rectiligne de l'évitement.

Quant aux dispositions à donner aux évitements, nous les

lonnées au § 120. Seulement, l'aiguillage est différent et
employer celui en usage sur les chemins de fer ordi-

199. Aiguillages et plaques.

. Suc construit pour les chemins de fer économiques des
ges ayant deux porte-aiguilles, avec deux aiguilles reliées

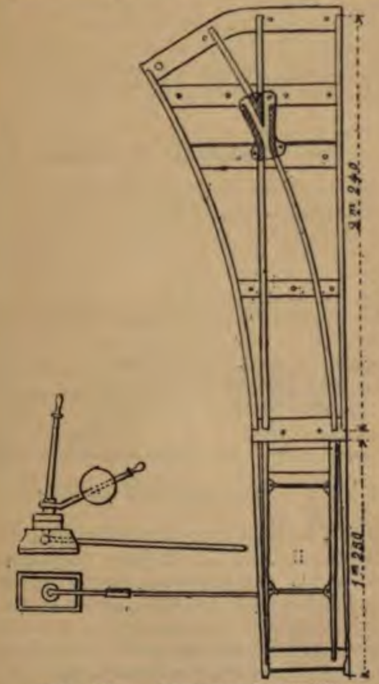


Fig. 146. — Aiguillage Decauville.

e tringle commune et commandées par un levier de ma-
. Quand on agit sur le levier, il donne le mouvement
isque indiquant l'ouverture ou la fermeture de la voie.
lisposition est bonne, et le disque, fonctionnant bien,
oute méprise de la part du mécanicien.

La figure 146 représente l'aiguillage à levier du système Decauville. Il peut trouver son utilité dans les petites voies industrielles à très petit écartement.

Les plaques tournantes employées pour les chemins de fer sur routes sont les mêmes que celles des chemins de fer ordinaires.

CHAPITRE DEUXIÈME

200. Stations et haltes.

Les chemins de fer sur routes ont, comme les chemins de fer ordinaires, des stations intermédiaires et des haltes. Ces diverses installations doivent être aussi simples et économiques que possible.

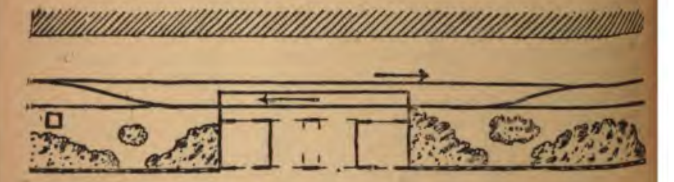


Fig. 147. — Plan d'une station intermédiaire.

Les haltes sont indiquées par des poteaux portant écrit en gros caractères le mot : HALTE. On les place, transversalement à la voie et bien en vue, aux carrefours des rues ou des routes où le train doit s'arrêter pour prendre ou pour laisser des voyageurs.

Le conducteur perçoit des voyageurs montés aux haltes le prix de leur place, et il enregistre leurs bagages ; il en constate le poids à l'aide d'une petite bascule placée dans le fourgon à bagages ou dans le compartiment qui en tient lieu.

Pour les stations intermédiaires de peu d'importance, on peut se contenter d'une auberge ou d'un café, avec pièce séparée pour les voyageurs et un local pour serrer les bagages et la messagerie. Quant aux marchandises, un hangar fermé, placé à l'entrée des villages, peut tenir lieu de halle. La machine prend au

passage les wagons à expédier qu'on a refoulés sur la voie de raccordement.

Les stations intermédiaires qui ne peuvent être remplacées par un café et un hangar, sont disposées le plus souvent comme l'indique la figure 147. Le bâtiment peut être en pans de bois et briques. Il comprend un bureau pour le chef de gare, un magasin pour les articles de messagerie, les bagages, etc., et, entre les deux pièces, une salle d'attente pour les voyageurs. Un auvent du côté de la voie couvre une partie du trottoir bitumé qui sert de quai. La station doit être disposée pour un croisement de trains. Les tronçons de voie à droite et à gauche de la diagonale, près du bâtiment, servent au garage des wagons et au service de la petite vitesse.

L'étendue et l'outillage des stations terminus dépendent de l'importance du trafic. Des deux têtes de ligne, l'une est le plus souvent en communication avec une gare de grande ligne.

Les grandes compagnies de chemins de fer voient, en général, d'assez mauvais œil l'établissement à côté d'elles de petits chemins économiques, destinés à leur apporter du trafic. Si, par exception, elles les admettent à faire le service à l'intérieur de leurs gares, c'est en leur imposant une redevance qui dépasse souvent l'intérêt de la dépense d'une gare indépendante. Dans de pareilles conditions, il vaut mieux que la petite ligne ne soit pas sous la dépendance de la grande. C'est le meilleur moyen de vivre en bonne intelligence avec elle.

201. Gares de correspondance.

Les deux petits chemins de fer sur routes établis aux environs de Paris, celui de Rueil à Port-Marly et celui de Villiers-le-Bel (gare) à Villiers-le-Bel (ville), ont leurs gares en dehors de celles des grandes lignes avec lesquelles ils correspondent.

Celle de Rueil à Port-Marly est placée parallèlement à la ligne de Saint-Germain, au bas de l'escalier de l'arrivée. Elle se compose : d'un bâtiment économique formant salle d'attente, avec guichet pour les billets ; d'un petit local pour le chef de gare et la messagerie ; d'un quai, en partie couvert, pour l'arrivée et le départ des trains et d'une remise pour les machines et voitures, avec prise d'eau à côté.

La disposition des voies est très simple. La voie principale est reliée à une voie d'évitement sur le côté, par une aiguille et une plaque destinée à retourner les machines. Près de la remise, est une voie de garage assez longue pour recevoir un train.

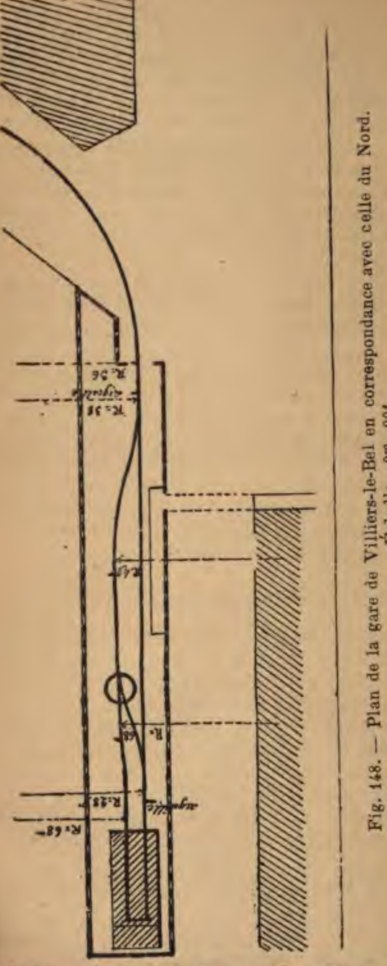


Fig. 148. — Plan de la gare de Villiers-le-Bel en correspondance avec celle du Nord. Échelle : $0^m,001$.

202. Sta
de la lig
Villiers
Bel.

La figure
présente la
correspond
chemin de
Villiers-le-
cée en face
du Nord.
vice des vo
se fait sur
découve
communiq
la gare d
par un
pavé. Au
gauche, es
mise des v
Il n'y a r
d'eau, ni
coke. La
tion de ce
est mauva

La stati
minus de
le-Bel est
plus imp
C'est là q
placés les
et les ateli
est située
trémité de
qui traver
lage dan
sa longueu
149).

La voi
dans la
une courb
mètres. A

le bureau des voyageurs communiquant avec la rue

suite, un trottoir pour le départ et l'arrivée ; au fond, la remise et, à sa droite, les ateliers. Les trains s'arrêtant à deux haltes dans la traversée du village, peu de voyageurs partent de la gare.

On a cherché à tirer le meilleur parti possible d'un terrain qui n'était pas disposé pour une gare. Un service de petite vitesse n'y serait pas possible.

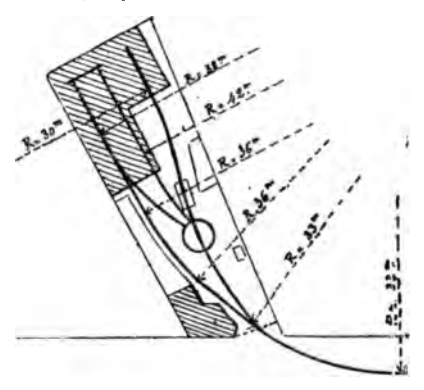


Fig. 149. — Plan de la gare de Villiers-le-Bel (ville).
Échelle : 0m, 001c

203. Stations des chemins de fer suisses.

Les stations des chemins de fer économiques de la Suisse sont bien appropriées au service de l'exploitation. Celles, entre autres, de la ligne de Lausanne à Echallens, dont les bâtiments à voyageurs sont représentés figures 150 à 153, conviennent à un chemin de fer sur routes dont le trafic ne dépasse pas 10,000 francs par kilomètre.

Les bâtiments des têtes de ligne comprennent : à droite, un bureau pour les bagages ; à la suite, le bureau du chef de gare et la salle d'attente de 1re classe. Le vestibule, qui donne accès dans ces différentes pièces, sert de salle pour les voyageurs de 2e classe.

Les stations intermédiaires, représentées figures 152 et 153, contiennent : au milieu, un abri pour les voyageurs et de chaque côté, des bureaux, l'un pour le chef de gare, l'autre pour la messagerie.

Les gares de la Société des Chemins de fer secondaires suisses

sont du plus petit modèle. Elles comprennent sous le même toit une salle d'attente, le bureau du préposé, la halle à marchandises et un hangar fermé. Le premier étage se compose du logement du préposé. Le rez-de-chaussée a 11 mètres de façade sur 9 mètres de profondeur. Cette dernière dimension n'est plus que de 6 mètres au premier étage.

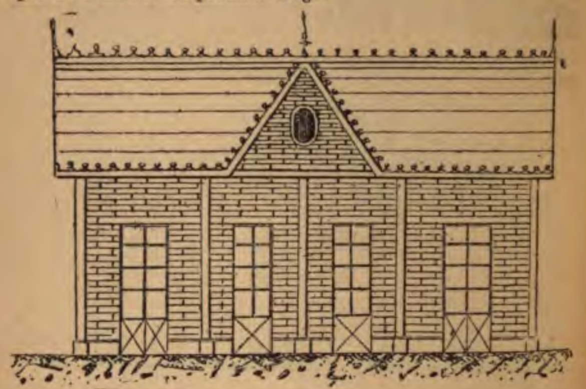


Fig. 150. — Station terminus.

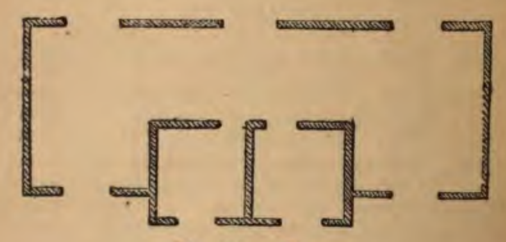


Fig. 151. — Plan.

204. Matériaux et types de constructions.

Les stations doivent être bâties avec les matériaux et sur le modèle des constructions de la localité. Il faut avoir recours, toutes les fois qu'on le peut, au système le plus économique. Nous citerons entre autres celui que M. Tollet a appliqué à la construction des maisons ouvrières, et qui lui a valu la médaille

d'or en 1878. La carcasse de ces maisons se compose de petites fermes ogivales en fer très léger, et les vides sont remplis avec de la brique. Les deux systèmes de M. Ferrand, également médaillé, l'un avec ses colonnes creuses en fonte et le remplissage en briques creuses, l'autre avec ses poutres en treillis, avec murs creux à double paroi (briques à l'extérieur et carreaux de plâtre à l'intérieur) peuvent être appliqués aux bâtiments des stations.

Quant aux remises, ateliers, halles aux marchandises, etc., on peut les faire en bois, avec soubassement en pierre.

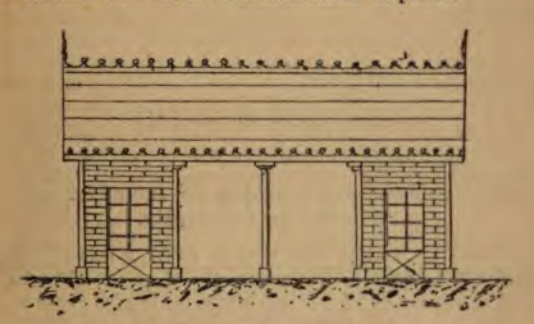


Fig. 152. — Station intermédiaire.



Fig. 153. — Plan.

Un bâtiment à voyageurs, dans le genre de ceux que nous venons de decrire, peut être établi pour 3,500 à 4,000 francs. Un abri en charpente avec bordure coûte 2,000 francs environ.

Les stations-terminus doivent être placées de préférence en dehors des villes et des villages, là où le terrain est le moins cher. On peut, comme nous l'avons vu faire à l'étranger, préparer le train au dépôt et lui faire prendre les voyageurs à un point d'arrêt placé dans le village. Le bureau de ville remplace alors le bâtiment que l'on consacre dans une gare au service des voyageurs.

205. Emplacement des stations.

On ne saurait trop recommander aux Compagnies d'acheter plus de terrain qu'il n'en faut au début de l'exploitation. Si le trafic augmente et nécessite de nouvelles constructions, on n'a pas à subir les exigences des propriétaires voisins. La création d'une gare dans une localité donnant de la valeur aux terrains qui l'entourent et sur lesquels les constructions ne tardent pas à s'élever, il ne faut pas avoir à payer plus tard des terrains bâtis.

CHAPITRE TROISIÈME

206. Voitures des chemins de fer sur routes. Conditions à remplir.

De toutes les parties d'un chemin de fer à voie réduite, la plus difficile à faire est la voiture. Il faut qu'elle soit à la fois solide et légère ; qu'elle puisse recevoir, le plus souvent, des voyageurs de toutes classes, comme les voitures mixtes des grandes lignes ; que deux hommes au plus puissent la manœuvrer aisément ; que la perception y soit facile ; en un mot, qu'elle soit commode pour le public et avantageuse pour la Compagnie.

207. Formes diverses à donner aux voitures. Avantages de la disposition en long.

Les voitures du chemin de fer à voie réduite peuvent être disposées de deux manières : avec banquettes longitudinales et couloir ou milieu, comme dans les cars de tramways ; avec bancs en travers et compartiments isolés, comme dans les voitures des chemins de fer ordinaires.

La première disposition donne un poids moindre à capacité égale que la seconde. La voiture que la Compagnie française de matériel avait exposée en 1878 contenait 18 voyageurs : 4 de 1re classe, 10 de 2e classe, et 4 de plates-formes. Chaque voyageur occupait une surface de plancher de 0 mq, 44. La voiture pesait à vide 2,000 kilogrammes, soit un poids mort de 110 kilogrammes par voyageur.

La voiture mixte, à compartiments séparés, du petit chemin

fer de Lagny contient 22 voyageurs qui occupent chacun même espace que ceux de la voiture précédente ; mais le ids est ici de 3,500 kilogrammes, ce qui donne par voyageur un ids mort de 159 kilogrammes.

Au chemin de fer de Turin à Rivoli, les premières voitures deux compartiments contenaient 12 voyageurs qui occupaient e surface de plancher de 0 mq. 56. Le poids mort de ces hicules s'élevait à 217 kilogrammes par voyageur, poids conlérable pour un chemin de fer économique. Ajoutons que la iture de la Compagnie française était à la voie de 0 m. 75, ndis que celles de Lagny et de Rivoli sont à la voie de 1 mètre, qui rend l'avantage de la voiture Bonnefond sur les autres en plus sensible.

A tous les points de vue, la disposition des banquettes en ng est préférable. Le voyageur n'a pas à supporter, dans un mpartiment fort étroit, le voisinage immédiat d'un vis-à-vis i finit souvent par être intolérable. Les bancs sont plus larges; ir et la lumière arrivent en plus grande abondance dans les itures du modèle des tramways que dans celles à comparti- ents isolés.

Les chemins de fer à voie étroite n'ont pas pris, en France, e importance assez grande pour qu'ils puissent nous fournir s types de matériel roulant bien étudiés et heureusement mbinés. Nous devons donc nous borner à citer quelques mo- les calqués sur ceux des tramways.

208. Voiture de la Cie Française de Matériel.

La voiture de la Compagnie française citée plus haut était lbée, à grands panneaux, avec carcasse en frêne, plancher pavillon en sapin et revêtement extérieur en tôle. Le châssis brancards et traverses — était en fer en V. Les roues en nte, à disque plein et à jante trempée, avec boîte à huile joint d'arrière en feutre, adoptées pour tout le petit matériel la Compagnie française, se retrouvaient dans cette voiture. Le u des boîtes dans les plaques de garde était de six millimètres. L'écartement des essieux avait été fixé à 1 m. 80. La longueur tale était de 5 m. 030 ; la largeur en dehors, de 1 m. 920 et lle à l'intérieur de 1 m. 86. M. Bonnefond avait appliqué à tte voiture les dispositions que l'on retrouve dans tous ses rs de tramways : glaces fixes et persiennes ; lanterneau avec petits ventilateurs à pivot ; sièges à claire-voie pour la classe et garniture en velours rouge pour la première. C'était, résumé, une charmante voiture dont quelques parties seule- ent laissaient à désirer au point de vue de la disposition.

209. Voitures et wagons de la Métallurgique

La *Métallurgique* — Société des Ateliers de Nivelles, etc. — construit pour les chemins de fer économiques des voitures couvertes et découvertes d'un modèle élégant. Voici quelques renseignements sur les différents types qu'elle a créés pour la traction mécanique.

La voiture couverte du chemin de fer sur route de Milan-Binasco-Pavie contient 40 voyageurs répartis comme suit :

intérieur	24	
plates-formes . .	4	assis
d°	12	debout.

La longueur de la caisse est de 4 m. 35, et celle des plates-formes de 1 mètre chacune ; la longueur totale est donc de 6 m. 35. Le poids de la voiture à vide est de 2,800 kilogrammes et avec ses voyageurs de 5,400 kilogrammes.

Le châssis est en fer ; les brancards sont prolongés jusque sous les plates-formes. Ils sont à jour, excepté dans la partie où ils forment guides des boîtes à graisse.

Les voitures découvertes construites par la *Métallurgique* pour le même chemin, sont fermées par des panneaux en tôle à hauteur d'appui. Elles contiennent le même nombre de voyageurs que la précédente, avec deux places assises sur chaque plate-forme. Elles ne pèsent à vide que 2,400 kilogrammes.

Les chemins de fer économiques de Valenciennes à Anzin et extensions, à la voie de 1 mètre, ont trois espèces de voitures en service. Celles de 1re classe comprennent un fourgon à bagages et une plate-forme du côté du compartiment des voyageurs. Les voitures mixtes ont deux compartiments comme les cars des tramways belges. Les voitures de 2e classe contiennent 42 voyageurs, dont 18 à l'intérieur et 24 sur les plates-formes. Tout ce matériel, qui comprend 40 voitures à voyageurs et celui des marchandises composé de 70 wagons à charbon, de wagons plats ou fermés, sortent des ateliers de la *Métallurgique*.

Ces ateliers ont construit pour le tramway à vapeur de Rueil à Marly des voitures à impériale et des voitures découvertes à 38 places, fort appréciées des voyageurs de la banlieue de l'Ouest.

210. Voitures de la Société de Neuhausen.

La Société suisse de Neuhausen fabrique pour la voie de mètre des voitures à deux essieux avec écartement de 2 m. 25.

dont les roues ont 0 m. 75 de diamètre. Elles peuvent recevoi 24 voyageurs assis dans leurs deux compartiments à banquett en travers. Leur longueur est de 6 m. 60 y compris les te

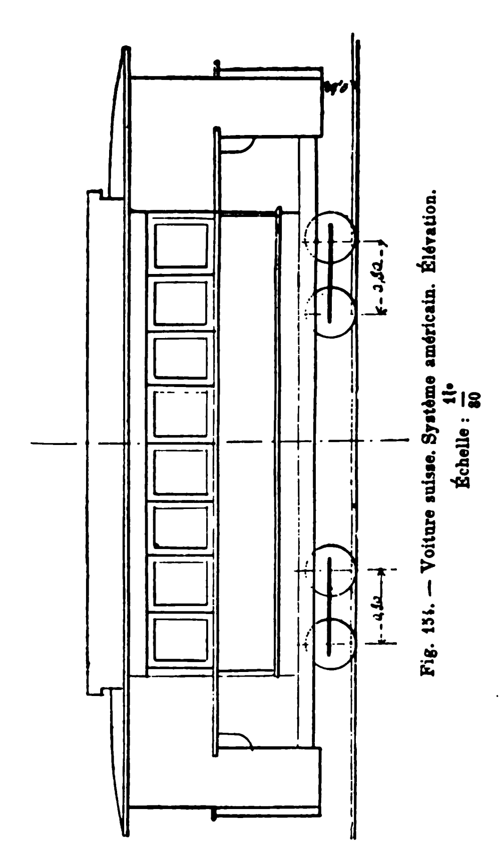


Fig. 134. — Voiture suisse. Système américain. Élévation.
Échelle : $\frac{1}{80}$

rasses des bouts, et leur largeur de 1 m. 95. Elles sont su pendues sur ressorts en acier et montées sur des châssis e fer.

Le poids de la voiture à vide étant de 2,600 kilogrammes, le poids mort par voyageur n'est que de 108 kilogrammes, un peu moins que dans la voiture de la Compagnie française.

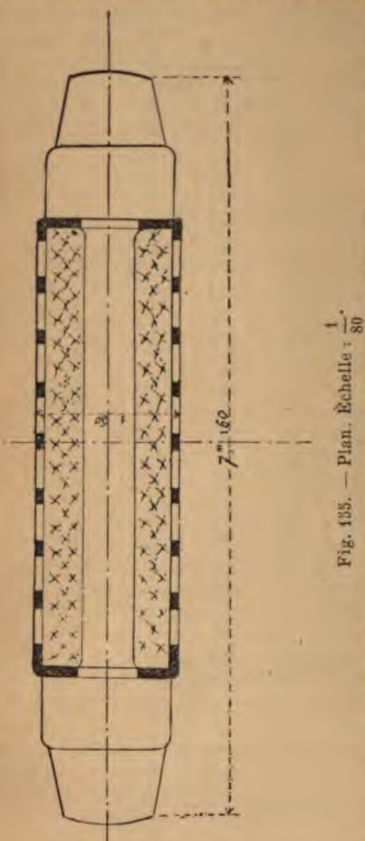


Fig. 155. — Plan. Échelle : $\frac{1}{80}$.

La Société de Neuhausen construit sur le modèle américain des voitures pour voies à écartement de 0 m. 75 et de 1 mètre. Les voitures et wagons couverts à la voie de 0 m. 75, sont portés sur deux bogies dont les roues ont 0 m. 30 de rayon (fig. 154 et 155). Les voitures ont la forme omnibus et contiennent 24 voyageurs assis. Leur largeur à la ceinture est de 1 m. 50, leur hauteur dans l'axe de 2 m. 65, et leur longueur de 7 mètres. Elles sont montées sur des ressorts en spirale. Leur poids à vide est le même que celui de la voiture précédente.

211. Cars du Billerica and Bedford Railroad.

Les cars du Billerica and Bedford Railroad, dont il a été souvent question dans cet ouvrage, com-[illegible]nnent trois types : deux fermés et un découvert. La lon-[illegible]r et la largeur sont les mêmes pour les trois.

Les cars ont 10 m. 700 en dedans des plates-formes et 12 m. 200 en dehors. Leur largeur est de 1 m. 88 à l'extérieur. Les bancs sont disposés en travers avec couloir au milieu, comme dans les cars à voie normale, mais ils ne peuvent recevoir qu'un voyageur de chaque côté. Le car fermé qui est consacré exclusivement aux voyageurs pèse 4,080 kilogrammes et a place pour 30 personnes. Le car mixte a un compartiment pour les bagages et des sièges pour 20 voyageurs. Il a le même poids que le précédent. Quant au car découvert, il ne pèse que 2,500 kilog.; sa contenance est de 35 voyageurs.

Toutes les roues de ce matériel ont 0 m. 46 de diamètre. Les essieux des bogies ont un écartement de 1 m. 220, et la distance entre leur axe est de 8 m. 150.

212. Voiture d'été avec compartiment pour bagages.

La voiture ouverte représentée figure 156 est en service sur un tramway à vapeur de l'étranger. Les bancs sont en long et la montée se fait sur les côtés. Un panneau mobile en tôle remplace ici les balustrades des plates-formes ordinaires des cars. La partie intéressante de ce wagon est le compartiment à bagages placé au milieu.

Pendant l'été, cette voiture est très recherchée des fumeurs auxquels, d'ailleurs, elle est destinée. En les isolant ainsi, on évite aux voyageurs des autres voitures les bouffées de tabac qui pénètrent dans les caisses quand on ouvre les portes des plates-formes.

213. Voitures à compartiments séparés.

Nous donnons, figures 157 et 158, les voitures à compartiment avec bancs en travers, construites pour la voie de 0 m. 60 par M. Decauville aîné sur le modèle de celles du Festiniog. L'une est mixte et comprend un compartiment de première classe et deux de seconde ; l'autre est exclusivement consacrée aux voyageurs de troisième classe. Leur contenance est de 12 places.

214. Wagons à marchandises.

Les wagons à marchandises des chemins de fer sur routes ne présentent rien de particulier. Ils ne sont que la réduction de ceux de la voie normale. Trois modèles sont en usage : le wagon fermé, le wagon tombereau et le wagon plat. Leur tare est généralement de 2 tonnes à 2 t. 5. Ils reçoivent de 4 à 5 tonnes de marchandises.

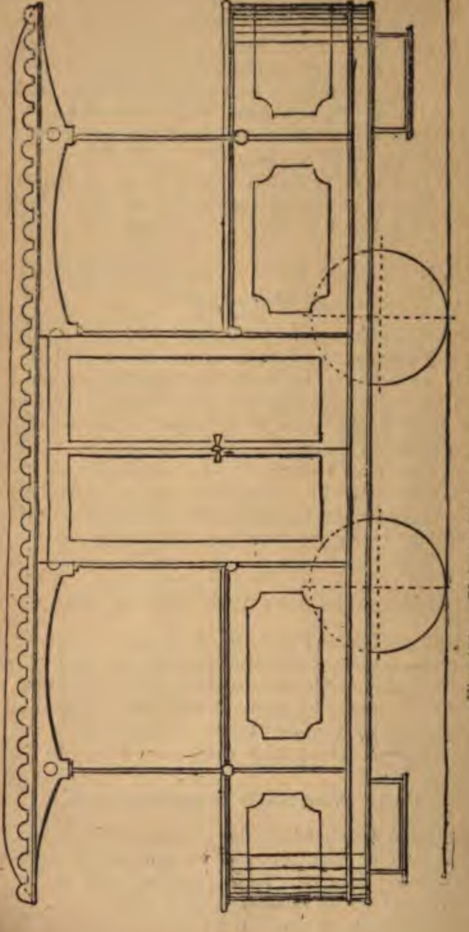


Fig. 156. — Voiture d'été avec compartiment pour bagages.

215. Freins. Systèmes divers d'attelages.

es freins pour les voitures sont les mêmes que ceux des
s des tramways. On les fait, cependant, plus forts, la vitesse
nt plus grande et les véhicules à arrêter plus lourds avec la
tion mécanique qu'avec la traction animale.

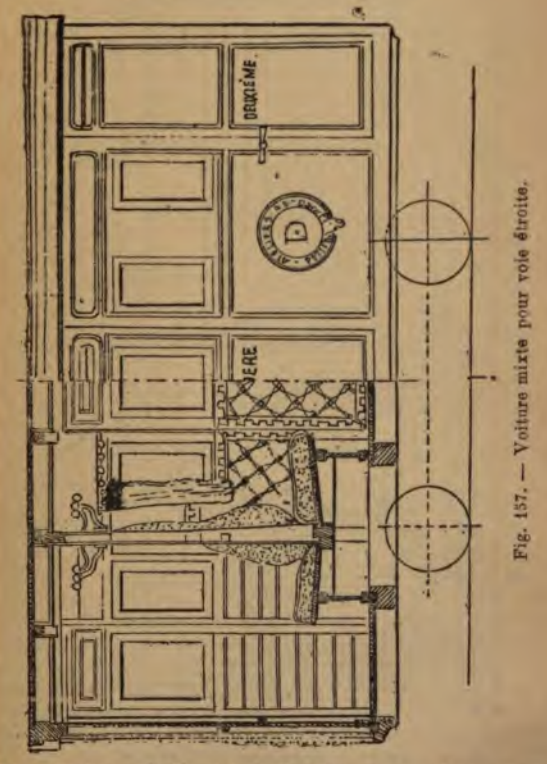


Fig. 157. — Voiture mixte pour voie étroite.

Pour diminuer l'obliquité de l'attelage en courbes, on em-
loie une barre de traction continue prenant son point d'attache
ur l'axe longitudinal du châssis, le plus près possible du centre
u véhicule, et on place sur cette barre une articulation. Un

certain jeu donné à la sortie de la barre sur la traverse de tête, lui permet de prendre une position oblique dans le passage des courbes raides.

Différents systèmes d'attelage ont été appliqués aux voitures de la voie étroite pour faciliter ce passage.

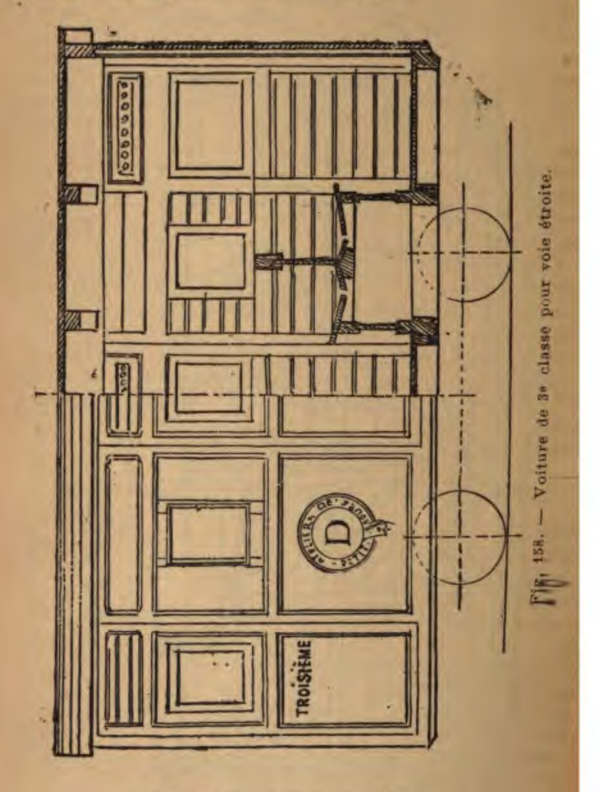


Fig. 158. — Voiture de 3e classe pour voie étroite.

216. Attelages Delettrez.

MM. Delettrez sont les inventeurs d'un mode d'attelage central automatique et de tamponnement pour le matériel roulant des petits chemins de fer et des tramways

ige se fait en tamponnant les véhicules les uns contre
s. Le décrochement a lieu au moyen de leviers se
rant de chaque côté, afin d'éviter l'obligation de se
itre les voitures. Pour les cars avec paliers en bout,
rs se manœuvrent de dessus les paliers.
sort de choc sert en même temps de ressort de traction.
ı action, les tampons et les crochets de traction sont
en contact.
elettrez ont appliqué, en outre, aux locomotives pour
s un système d'attelage et de tampon disposé de façon
la traction s'opère toujours vers le centre du châssis.
position a pour but de faciliter le passage dans les
tout en obtenant entre le remorqueur et la voiture une
ui empêche les chocs aux arrêts et aux démarrages. Ces
it rendus très doux au moyen de deux ressorts en spi-
ʼaillant également dans les deux sens, et dont la course
ée par des rondelles et clavettes disposées convenable-
r une tige d'attelage. Cette tige peut rentrer à frottement
ns un tube relié au centre du remorqueur.
reil se meut dans un plan horizontal, à droite et à
e l'axe du remorqueur, et se déplace aussi verticalement,
ermet de laisser une certaine latitude à la voiture dans
lations résultant de la flexibilité des ressorts de sus-
.
ux systèmes d'attelage sont brevetés.

Attelages de la maison Chevalier et Cie.

hevalier et Cie ont adopté pour les voitures à voie ré-
'ils ont construites pour le Brésil, un appareil de choc
ction qui convient très bien au matériel à petite voie.
ige en fer qui va d'une traverse de tête à l'autre du
passe à travers un appareil élastique composé de ron-
ı acier système Belleville et placé au centre. Elle se
au dehors par une cloche venue de forge avec la
qui sert à la fois de crochet d'attelage et de tampon.
it les deux tampons des voitures en contact à l'aide d'un
qu'on fait pénétrer dans les deux cloches.
ie cloche est percée de deux trous dans lesquels on in-
un goujon qui passe dans l'extrémité du maillon. Quand
découpler les véhicules, il suffit d'enlever un des gou-
gagés dans le maillon et celui-ci devient libre. Les gou-
it retenus au tampon par une chaînette, afin qu'ils ne se
pas.
Chevalier et Rey sont les inventeurs d'une disposition

rails saillants et le plus souvent recouverts de la boue glissante des rues, il soit en moyenne de $\frac{1}{12}$, ainsi que le prétend M. Saint-Yves. Néanmoins, nous croyons qu'en prenant $\frac{1}{10}$ du poids du moteur, on évite tout mécompte dans le calcul du rendement d'une machine de tramway. L'adhérence, d'ailleurs, peut être augmentée par l'emploi judicieux du sable et l'adjonction aux sablières de la machine de brosses et de balais qui nettoient les rails.

221. Effort de traction d'une machine calculé après son adhérence.

Quant aux machines de chemins de fer sur routes dont les rails sont saillants et semblables à ceux des chemins de fer ordinaires, on peut admettre pour leur adhérence le $\frac{1}{7}$ du poids utile (0,14).

A l'aide de ces chiffres, $\frac{1}{10}$ pour les tramways et $\frac{1}{7}$ pour les chemins à rails saillants, il est facile de calculer l'effort d'un moteur d'après son adhérence.

Soit une machine dont le poids utile est de. .	8.000 kilog.
Et un car pesant tout chargé.	6.000 »
Le poids total à remorquer sera de. .	14.000 kilog.

La résistance sur un tramway en palier étant de 10 kilogrammes par tonne, soit dans ce cas de 140 kilogrammes pour la machine et le car, la machine devra développer à la circonférence des roues un effort de traction de 140 kilogrammes.

D'un autre côté, le poids adhérent de la machine sera de $\frac{8.000}{10} = 800$ kilogrammes. La résistance étant de 140 kilogrammes, il y aura comme disponible pour gravir les rampes une force de $800 - 140 = 660$ kilogrammes.

L'effort ascensionnel par millimètre est de 14 kilogrammes. La rampe limite que la machine pourra franchir devra donc avoir une inclinaison comptée en millimètres de $\frac{660}{14} = 0$ m. 047.

Si le moteur et les voyageurs étaient réunis dans une seule *voiture* ne pesant en charge que 8 tonnes, comme la machine de l'exemple précédent, la résistance à la traction ne serait plus que de 80 kilogrammes, et la force de traction disponible

équivalente à 720 kilogrammes, lui permettrait d'atteindre des inclinaisons allant jusqu'à 0.090 millimètres par mètre.

On voit par ce que nous venons de dire que la voiture automobile peut atteindre des rampes inaccessibles aux remorqueurs, et qu'elle trouve son utilisation sur des routes accidentées où le mouvement des voyageurs est peu considérable.

222. Effort de traction d'une machine calculé d'après ses dimensions.

L'effort de traction d'une locomotive dont les conditions d'établissement sont connues, peut-être calculé à l'aide des formules précédentes soient :

F, l'effort de traction développé à la jante des roues motrices.

p, la pression effective de la vapeur sur les pistons, c'est-à-dire la pression absolue diminuée d'une atmosphère ;

d, le diamètre des cylindres ;

l, la course du piston ;

D, le diamètre des roues motrices.

Le travail développé dans un des cylindres pendant une course complète du piston sera de :

$$p \times \frac{\pi d^2}{4} \times 2l$$

Le travail développé dans les deux cylindres sera le double, soit :

$$2 \times \frac{p \pi \times d^2}{4} \times 2l, \text{ ou } p \pi d^2 l \ (1)$$

Le travail développé à la jante des roues motrices pendant une révolution complète des roues sera de :

$$F \pi D \ (2)$$

Les valeurs 1 et 2 sont évidemment égales entre elles. On a donc :

$$F \pi D = p \pi d^2 l$$

D'où on tire la valeur de F :

$$F = \frac{p \ d^2 \ l}{D}$$

De cette équation, on peut déduire la pression effective moyenne sur le piston équivalente à un effort de traction donné :

$$p = \frac{D F}{d^2 \ l} (3)$$

223. Relation entre l'adhérence et l'effort de traction.

Pour qu'une machine puisse remorquer un train, il faut qu'il y ait au minimun, sans atteindre cette limite, équilibre dynamique entre l'adhérence et la force moyenne transmise par les pistons tangentiellement aux manivelles, non compris la portion de cette force absorbée par le mécanisme; sans quoi les roues tourneraient sur place, elles *patineraient*.

Si P est le poids de la machine, $\frac{P}{n}$ le poids adhérent, f le coefficient de frottement, on aura, d'aprés ce qui vient d'être dit :

$$f\frac{P}{n}=\frac{0,65\,p\,d^2\,l}{D} \quad (4)$$

Le coefficient de réduction 0,65 tient compte en bloc et de la chute de la pression de la chaudière aux cylindres pendant l'admission, et de l'application de la détente dans les limites ordinaires.

Le second membre de l'équation devrait, en réalité, être diminué de la résistance des organes de la machine, mais on néglige le plus souvent cette correction, ce qui d'ailleurs ne présente pas d'inconvénient; la condition relative à l'adhérence se trouve seulement un peu aggravée.

224. Traction animale et traction mécanique.

L'emploi des chevaux est la plaie des tramways. Le prix des fourrages, si variable qu'on ne peut déterminer à l'avance ce que coûtera la ration, le renchérissement des chevaux, leur usure rapide, les épidémies qui les déciment à certaines époques, tout concourt à rendre ce mode de traction très onéreux et très préjudiciable aux Compagnies.

Tandis que les frais de traction sur un chemin de fer à locomotives n'entrent que pour 30 à 35 p. 0/0 dans les dépenses d'exploitation, la traction animale repésente les 65 à 75 p. 0/0 de celles d'un tramway.

Avec les chevaux, les moyens de transport sont forcément limités. Une Compagnie ne peut pas nourrir toute la semaine des chevaux qu'elle n'utilise que le dimanche et les jours de fête où le mouvement des voyageurs augmente considérablement. Il faut, pour qu'un tramway prospère, qu'il transporte beaucoup, et que la traction ne prenne pas la majeure partie de la recette.

Ces deux conditions ne peuvent pas être remplies avec l'emploi des chevaux.

Les Compagnies se sont préoccupées depuis longtemps de tte situation préjudiciable à l'exploitation, et beaucoup ont erché à l'améliorer en ayant recours à la traction mécanique. on ne peut pas encore considérer les machines comme pount remplacer les chevaux sur les tramways, il faut reconître qu'un grand pas a été fait dans cette voie. Nous signalens dans ce chapitre, au fur et à mesure qu'ils se présenteront, s avantages et les inconvénients des moteurs mécaniques en sage aujourd'hui.

225. Voitures automobiles.

On peut employer les moteurs mécaniques sous deux formes :

On les place dans le car même qui transporte les voyageurs dont le poids contribue ainsi à l'adhérence ; c'est le cas de la voiture automobile ;

Ou on les isole sur un truck spécial ; c'est le cas de la locomotive ordinaire.

Nous ne referons pas dans cet Annuaire l'historique de tous les essais tentés jusqu'à ce jour pour substituer la traction mécanique à la traction animale. Ceux de nos lecteurs que ces détails pourraient intéresser n'auront qu'à consulter notre *Manuel de l'exploitation des chemins de fer des rues et des chemins de fer sur routes*. Nous nous bornerons à passer très rapidement en revue les principales machines employées aujourd'hui sur les tramways et les chemins de fer économiques.

Car Baldwin (fig. 159), construit à Philadelphie par l'usine de locomotives qui porte ce nom. Chaudière verticale en acier, placée sur la plate-forme d'avant. Sous le plancher, un mécanisme de locomotive indépendant de la caisse et dont les cylindres sont logés sous la plate-forme d'arrière. Quatre roues couplées, dont les essieux sont à l'écartement de 1 m. 83. La chaudière peut supporter une pression de 21 kilog. 083, mais en service journalier la pression n'est que de 6 kilog. 032. Ce car pèse sans les voyageurs environ 5,850 kilogrammes ; il franchit des rampes de 0 m. 045. La consommation du combustible est par kilomètre de 2 kilog. 252, et celle de l'eau de 12 litres. La machine ne produit ni bruit, ni fumée ; sa dépense par jour, pour un parcours de 142 kilomètres, est de 32 fr. 50.

L'usine Baldwin construit également des petits remorqueurs pour tramways, dont le mécanisme est disposé de la même manière, sauf que la chaudière est reportée au milieu du truck. Leur poids varie de 5,500 à 7,700 kilogrammes.

Car Todd (fig. 160). Châssis en fer, quatre roues couplées, chaudière verticale à l'avant, cylindres intérieurs, caisse à eau à l'arrière. La position du car sur ses roues est telle que, vide ou plein, le poids sur chaque roue est à près constant, ce qui

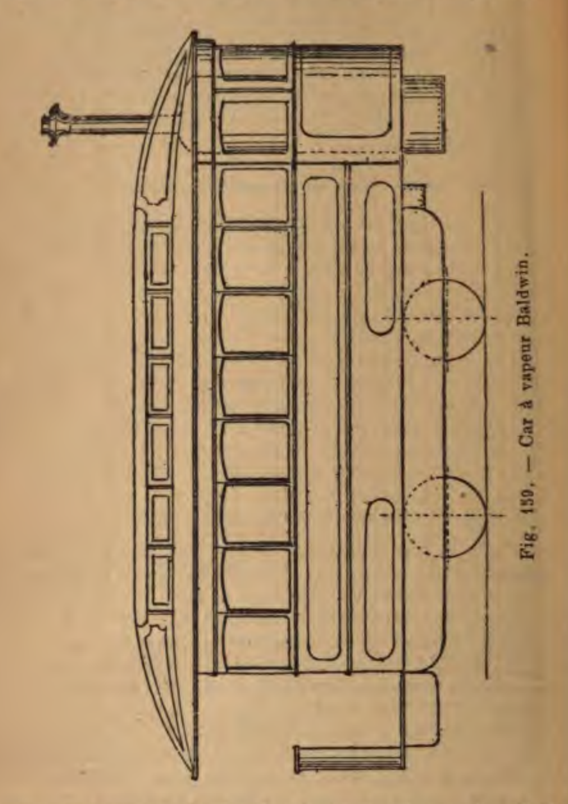


Fig. 159. — Car à vapeur Baldwin.

assure une usure égale des bandages et préserve les bielles d'accouplement de toute torsion. La machine est séparée des voyageurs par un espace plein d'air de 15 centimètres d'épaisseur. Il porte 40 voyageurs assis. Sa longueur est de 7 m. 50, sa largeur de 2 mètres et sa hauteur de 4 m. 40. Son poids à

vide est d'environ 5,000 kilogrammes, et de 7,800 kilogrammes avec les voyageurs et le personnel.

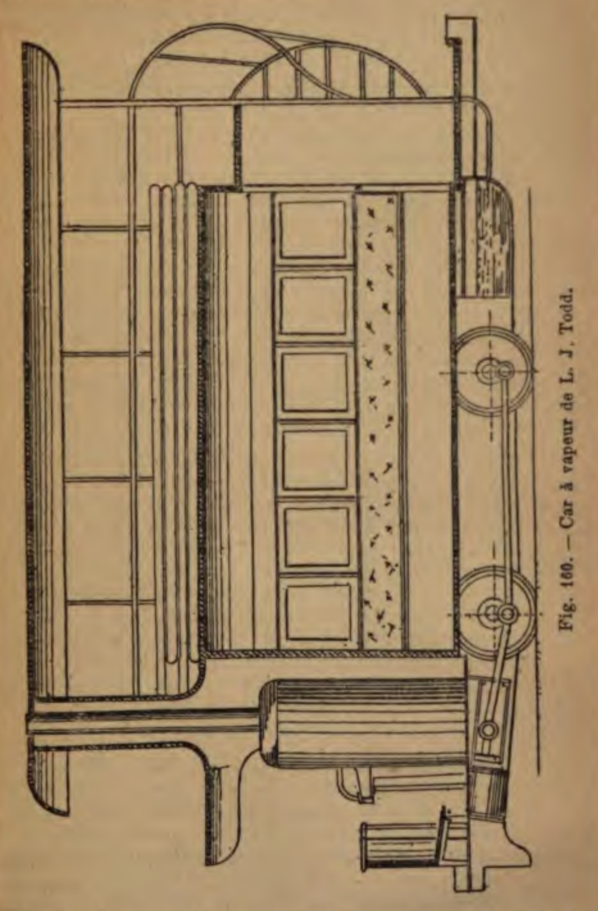


Fig. 160. — Car à vapeur de L. J. Todd.

Car Ransom. — Un car à vapeur construit par M. Louis Ransom circulait, en 1877, sur le tramway de Market-Street, à

Philadelphie. Longueur 4 m. 875, contenance 20 voyageurs. Chaudière verticale comme les précédents.

Car F. Grums. Construit à Hambourg sur les plans de M. Samuelson, ingénieur à Wandsbeck. Chaudière verticale, timbrée à 12 atmosphères et chauffée au coke. La voiture 7 mètres de long sur 1 m. 90 de large, contient 43 places assises. Consommation par kilomètre 4 kilog. 5.

Car Grantham. — Construit en 1871 sur les plans de M. Grantham, modifié en 1873 suivant les conseils de M. Edwards Woods. La chaudière est verticale; elle sort des ateliers de MM. Shand, Mason et Cie; elle est placée à l'avant, ainsi que la machine, dont les cylindres sont légèrement inclinés.

Le car est porté à l'avant par une paire de roues motrices de 0 m. 60 de diamètre et à l'arrière par un bogie. Son poids est de 6,604 kilogrammes avec coke et eau, et de 13,209 kilogrammes avec ses 60 voyageurs.

Le car Grantham, dont il n'existe qu'un spécimen, a été successivement essayé en Angleterre, en Autriche, en Hongrie, un peu en France; aujourd'hui, il termine sa carrière sur le tramway de Wantage, où il fait, dit-on, un bon service.

Car Rowan. — Une voiture à vapeur de 9 m. 75 de long, portée sur deux bogies. Le pivot de celui d'avant est assez grand pour servir de plaque de fondation à un générateur et à une machine de 18 chevaux. Le chemin de fer à voie normale de Hilleröd à Grastel, dans l'île de Seeland, en Danemark, est exploité au moyen de ces voitures à vapeur.

Ces voitures comprennent le moteur, un compartiment pour la poste et les bagages et deux compartiments, l'un de seconde, l'autre de troisième classe, pour les voyageurs. Il y a, en outre, pour l'été une impériale ouverte comme celle des omnibus ordinaires; sous la voiture on a ajouté une caisse pour les menus colis. Le châssis et la membrure sont en acier.

Voici les dimensions, principales du car Rowan :

Diamètre des cylindres. . . .	0 m.	200
Course des pistons.	0 m.	330
Pression de la vapeur	13 kil.	500
Diamètre des roues	0 m.	600
Surface de chauffe	17 mq.	»
Poids à vide	13 tonnes	»
Poids en charge	24 tonnes	»

Il y a assez d'adhérence pour remonter une rampe de 50 millièmes, parce que tout le poids de la machine porte sur le bogie

l'avant. Sur niveau, la dépense est de 2 kilogrammes de coke par kilomètre.

Car Brunner. — Les frères Brunner, à Winterthur, ont construit une voiture à impériale pour 64 places, dont le poids à vide est de 5 tonnes 5 et le poids total de 11 tonnes 1/2. La caisse repose sur deux trucks, dont l'un porte l'appareil moteur et l'autre un pavillon pour les fumeurs. Cette voiture a fait, ou fait peut-être encore, le service sur la ligne Lausanne à Echallens. On dit qu'elle passe dans des courbes de 20 mètres.

Car E. Perrett. — MM. Manlove, Alliott, Fryer & Cie, de Nottingham, ont construit sur les plans de M. E. Perrett une voiture automobile, à impériale couverte, destinée aux tramways de Dublin et Lucan. Elle est portée sur 4 roues couplées, dont les essieux sont à l'écartement de 1 m. 219, et sur deux trains Bissel. Double chaudière verticale, une à chaque bout, communiquant entre elles. Mécanisme placé en dessous. Le poids de ce car avec ses voyageurs est de 9 tonnes.

Voitures à vapeur Belpaire. — M. Evrard, de Bruxelles, et MM. Cabany et Andry, de Malines, avaient exposé en 1878 au Champ de Mars, deux voitures à vapeur du système Belpaire destinées à faire l'exploitation des lignes à faible trafic et s'arrêtant, au besoin, en route comme les omnibus. La disposition était la même pour les deux ; celle de M. Evrard avait une forme droite, et celle de MM. Cabany et Andry une forme gondolée ; c'était là à peu près toute la différence, sauf pour les dimensions, qui variaient un peu.

La voiture comprenait un compartiment pour les bagages et deux compartiments pour les voyageurs, l'un de 1re et l'autre de 2e classe, renfermant ensemble 50 places réparties sur quatre rangs de banquettes en long. La chaudière était placée sur une plate-forme à l'avant et le mécanisme, au-dessous du plancher. Trois paires de roues à rais étampés d'une seule pièce ; celles d'avant, seules motrices, pouvant toutes se déplacer dans les courbes par le rayonnement des boîtes à huile où jouent les fusées.

Le poids, avec 50 voyageurs et 500 kilogrammes de colis et provisions, était de 20 t. 10 pour la voiture de M. Evrard et de 24 t. 47 pour celle de M. Cabany.

L'adhérence au 1/6 du poids utile de ces voitures à vapeur était de 1,468 kilogrammes, et la puissance de traction calculée d'après la formule $F = \frac{0,65\, p\, d^2\, l}{D}$ de 633 kilogrammes. Les voitures de ce système paraissent se généraliser en Belgique, et l'Etat les emploie pour certaines sections où le trafic des

voyageurs est très réduit. En France, l'Etat a aussi des véhicules à vapeur de ce genre pour certains embranchements de son réseau.

226. Remorqueurs.

La plupart des fabricants de machines de tramways construisent pour les chemins de fer sur routes des locomotives de même modèle, mais différant par les détails. En décrivant les unes, nous décrirons les autres, et nous signalerons les différentes essentielles qui existent entre elles.

Dans les villes, quelle que soit la disposition du moteur, voiture automobile ou remorqueur, il doit satisfaire à certaines conditions que l'on ne peut demander à la locomotive circulant sur l'accotement d'une route isolée, mais que l'on doit exiger d'une machine de tramway.

Ces conditions sont les suivantes :

1° Ne présenter aucun danger pour les voyageurs et les riverains;

2° Ne produire ni bruit ni fumée ;

3° Ne laisser voir aucune partie de mécanisme, ni aucune trace de feu ;

4° Avoir ses organes de transmission à l'abri de la poussière et de la boue ;

5° Pouvoir passer dans des courbes n'ayant souvent que 20 mètres de rayon ;

6° Être pourvue de freins assez puissants pour que, lancée sur une pente de 0 m. 02 par mètre avec une vitesse de 20 kilomètres à l'heure, elle puisse être arrêtée, sans le secours des freins des voitures remorquées, sur un espace de 20 mètres au plus ;

7° Ne donner aucune odeur et ne répandre sur la voie publique ni flammèches, ni escarbilles, ni cendre, ni fumée, ni eau excédante ;

8° Etre facile à manœuvrer et à remettre sur les rails en cas de déraillement ;

9° Fournir un travail plus économique que celui des chevaux.

Nous ajouterons qu'une machine de tramway ou de chemin de fer sur route doit pouvoir marcher dans les deux sens, afin d'éviter aux terminus l'emploi de plaques tournantes ou de triangles américains.

Locomotives Merrywheater. — Les machines de MM. Merrywheater, de Londres, importées en France par M. Harding ont fait pendant quelque temps la traction sur les lignes de la

Bastille à Montparnasse et de la Bastille à Saint-Mandé, du Réseau-Sud. Depuis l'ouverture des tramways de Rouen, 10 de ces machines font le service concurremment avec 6 machines du même type construites par la Compagnie de Fives-Lille. Deux de ces machines, une de MM. Merrywheater et une de Fives-Lille, figuraient à l'Exposition de 1878; la première pesait 3,800 kilogrammes et la seconde 5,800 kilogrammes à vide. La disposition est la même pour les deux modèles; la différence n'existe que dans quelques détails et dans les dimensions, qui sont plus fortes dans la machine française que dans la machine anglaise.

La chaudière est horizontale comme celle des locomotives, mais la porte du foyer est sur le côté.

Sous le plancher, est le mécanisme qui comprend deux cylindres horizontaux commandant un essieu coudé. Dans la machine Merrywheater, la vapeur est envoyée dans le foyer après avoir fait son travail utile. Dans celle de Fives-Lille, elle se rend à la sortie des cylindres dans une boîte munie de purgeurs où elle se condense en partie. L'excédent est rejeté dans la boîte à fumée d'où il s'échappe par la cheminée.

Le frein est à pédale; il agit sur les quatre roues.

Tout le mécanisme est soustrait à la vue par des panneaux en tôle qui descendent jusqu'au ras du sol.

Dans la machine de Merrywheater, l'adhérence prise au $\frac{1}{6}$ est de 793 kilogrammes et la puissance de traction de 415 kilogrammes, tandis que dans celle de Fives-Lille l'adhérence atteint 1133 kilogrammes, et la puissance de traction s'élève à 715 kilogrammes.

A Rouen, les rampes atteignent 0 m. 05 par mètre. Les machines font environ 90 kilomètres par jour, à la vitesse de 8 kilomètres en ville et de près de 13 kilomètres extra-muros. Elles remorquent, généralement, un seul car pesant, avec ses 46 voyageurs, 6 t. 400 environ. Le dimanche, elles en traînent deux chargés, qui présentent le double de ce poids; c'est tout ce qu'elles peuvent faire sur les plus fortes rampes.

Au mois de mars 1881, les frais de traction s'élevaient, à Rouen, à 50c 43 par kilomètre, toutes dépenses comprises. A la suite de diverses modifications apportées aux machines par M. Arthur Wright, ingénieur et directeur général de la Compagnie, on espérait ne dépenser que 40 à 42 cent. par kilomètre; c'est ce que coûtent les meilleures machines de Merrywheater.

Les constructeurs ont fait pour les tramways de Bristol des machines à condensation, dont le condenseur est logé dans la

toiture. On trouve des locomotives de Merrywheater à Guernesey Barcelone, Cassel, etc.

Machine Brown (fig. 161). — Cette machine présente plusieur particularités : transmission du mouvement des pistons au roues au moyen d'un balancier ; mécanisme spécial de distribution. Les tiroirs sont commandés par une bielle dont un de points d'attache se trouve sur la bielle motrice et dont l'autre extrémité agit sur un levier articulé. Suppression complète par conséquent, des coulisses, des excentriques, et des manivelles de distribution.

Chaudière en acier, partie horizontale et partie verticale, timbrée à 15 atmosphères. L'alimentation et le chargement du foyer peuvent n'avoir lieu que toutes les 2 heures.

A sa sortie des cylindres, la vapeur est envoyée dans un réservoir intermédiaire d'où elle s'échappe par une buse placée dans l'axe de la cheminée. L'échappement est à peu près silencieux.

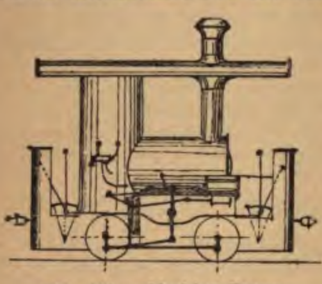


Fig. 161. — Machine Brown.

Au lieu de donner aux boîtes à graisse un certain jeu latéral pour le passage des courbes raides, on les a munies de patins à tourillons, qui permettent à l'essieu de s'incliner transversalement.

La machine est surprendue au moyen de trois ressorts : deux latéraux pour l'essieu d'avant et un transversal pour l'essieu d'arrière.

Voici quelles sont les dimensions principales des deux modèles de la machine Brown pour tramways :

	n° 1	n° 2
Diamètre des cylindres.	»	0 m. 40
Course des pistons	»	0 30
Diamètre des roues	0 m. 68	0 60
Poids de la machine en charge . . .	7600 kilog.	6000 kilog.
Adhérence au 1/6	1266	1035
Puissance de traction	»	1000

Les machines Brown fonctionnent à Bruxelles, Florence, Turin, Milan, Genève, Madrid, Rome, Saint-Etienne, Strasbourg, Hambourg, Paris, etc.

On prétend qu'à Strasbourg la traction par kilomètre ne coûte ue 33 centimes, et sur le tramway de Hambourg à Wandsbeck lle ne reviendrait, d'après M. Brown, qu'à 29c 9 par kilomètre.

la ligne de l'Etoile à Courbevoie, à Paris, on dépense beau-p plus.

ocomotive Waessen — de Saint-Léonard, Liège. — Machine à oues ; 4 couplées et les 2 porteuses formant un train articulé a, non seulement, une rotation autour de son pivot, mais ore la faculté de se placer tangentiellement à la courbe que machine franchit, quel que soit le rayon. Mécanisme extérieur x longerons, masqué par des panneaux mobiles qui en per-ettent la visite et le graissage.

La vapeur d'échappement se divise en trois parties : une sert activer le tirage ; l'autre se rend dans un tube percé de trous placé dans la boîte à fumée prés de la plaque tubulaire ; la apeur qui sort des trous sert à abattre la fumée, les escar-illes, etc. ; le reste se condense dans des serpentins placés ans des caisses à eau. Système de distribution de Walschaert, ès employé en Belgique.

Dimensions principales :

Diamètre des cylindres		0 m. 175
Course des pistons		0 300
Diamètre des roues	motrices	0 600
	porteuses	0 500
Poids de la machine en charge		8.720 kilog.
Adhérence au 1/6		1.126
Puissance de traction		995

Les machines Waessen font, avec les machines Brown, la action des cars de la ligne de l'Etoile.

Locomotive de Hughes. — Machine très étudiée pour le service es villes. Cylindres et mouvement intérieurs ; pression très evée dans la chaudière ; admission de la vapeur en petite uantité ; grande détente ; foyer très grand pour contenir beau-up de combustible et éviter le rechargement en route ; tirage aturel.

Le système de condensation est assez compliqué. Des caisses eau sont disposées ainsi : une de 1,700 litres sur la chaudière, les deux autres sous le tablier, aux extrémités. A ces caisses, ui communiquent entres elles, est fixée une pièce avec obtu-ateur formant soupape et lié au régulateur. Quand celui-ci est uvert, l'obturateur l'est également. Il met la caisse à eau en ommunication avec l'espace compris entre deux soupapes unies entre elles et qui sont logées dans un boîte. A chaque oup de piston, la vapeur en s'échappant soulève les soupapes, énètre dans l'espace qui les sépare et se condense sous l'action 'un jet d'eau annulaire fourni par la caisse à eau placée sur la

chaudière. L'eau chaude est recueillie dans des caisses inférieures, d'où elle est reprise par une pompe à une température de 80 degrés pour alimenter la chaudière. Il y a, en outre, un Giffard. Toutes les précautions sont prises pour éviter l'échappement de la vapeur à l'extérieur.

La machine est pourvue d'un frein à pédale, d'un frein à vapeur et d'un régulateur automatique de vitesse. Cet appareil a été recommandé par le Parlement anglais pour les machines de tramways.

M. Hughes a traité la traction sur les tramways de la Clyde à raison de 41c 9, le kilomètre. Son premier marché ne lui accordait que 34 centimes pour la remorque d'une voiture. A Paris, où il a fait pendant quelque temps le service sur la ligne de la Bastille à Charenton, il a perdu de l'argent, et force lui a été de rompre son traité, ses machines ne pouvant plus fonctionner. Il s'était formé dans les foyers des dépôts de graisse et de chaux qui les mettaient rapidement hors de service. A Lille, la Compagnie des Tramways du Nord n'a eu qu'à se plaindre des machines de M. Hughes, qui étaient mal construites et sur lesquelles on ne pouvait pas compter. Le prix de traction par kilomètre variait entre 0 fr. 85 et 2 fr. 80. Avec les locomotives Carels, de Gand, elle ne coûte en moyenne que 33 centimes.

Locomotive de la Société Aulnoy-Berlaimont (fig. 162). En 1878, quelques mois avant l'ouverture de l'Exposition, cette société faisait circuler sur la ligne de Saint-Denis une machine de tramway ayant la forme d'un élégant petit car. Exposée plus tard au Trocadéro, cette locomotive remportait une médaille d'argent.

La machine d'Aulnoye-Berlaimont est à 4 roues couplées ; la chaudière est verticale et placée au milieu ; les cylindres sont extérieurs et inclinés latéralement. Les caisses à eau et à combustible sont placées sur les côtés, au-dessus des cylindres.

La machine est symétrique et peut marcher dans les deux sens. Le foyer à double porte, une à l'avant, l'autre à l'arrière. Les appareils de conduite et de sûreté sont en double.

La vapeur, en sortant des cylindres, arrive par deux conduits dans une couronne en cuivre rouge placée dans le foyer. Elle en sort, à un état de division presque moléculaire, par des tuyaux placés horizontalement et ajustés sur les tubes de la chaudière. Pendant le trajet, elle est soumise à toute l'action de la chaleur du foyer, sans cependant qu'aucun contact ait lieu avec le combustible, et elle traverse les tubes en activant le tirage. A sa sortie de la cheminée, elle est assez surchauffée pour être invisible.

La machine est munie d'un frein à vapeur agissant immé-

ment sur les 4 roues. Contrairement à ses similaires, celui-
git par *émission* de vapeur et non par *admission*.



Fig. 162. — Société Aulnoye-Berlaimont. Machine pour tramways.

attelage mérite d'être signalé. Il est disposé en forme de
llélogramme articulé et monté à genouillère sur les tiges

de traction de la machine et de la voiture. Il permet le mouvement dans tous les sens, tout en restant très rigide.

Dimensions principales, se rapportant au type exposé en 1878 :



Fig. 163. — Société Aulnoye-Berlaimont. Machine pour chemins de fer industriels et économiques.

Diamètre des cylindres.	0 m.	150
Course des pistons	0	250
Diamètre des roues motrices . .	0	550

Fig. 164. — Société Aulnoye-Berlaimont. Machine pour chemins de fer sur routes.

Pression effective	10 kilog.
Poids à vide	6.000
Poids en charge	7.500
Adhérence au 1/6	1.250
Puissance de traction	665

On construit sur ce modèle des machines pesant à vide 4 t., 6 t. et 8 t. L'enveloppe métallique peut être remplacée par une simple toiture, comme dans la figure 163.

La Société d'Aulnoye-Berlaimont fabrique pour les petits chemins de fer industriels des machines à chaudière verticale, sans couverture.

Deux de ces machines font le service des trains supplémentaires sur la ligne de Rueil à Port-Marly, concurremment avec les machines Francq.

Le troisième type de locomotives de la Société est donné figure 164. Il est plus grand et plus robuste que les précédents; sa disposition est aussi différente. La chaudière est horizontale et tout le mécanisme, y compris les cylindres, est logé entre les longerons. Sa largeur ne dépasse pas 2 mètres. Cette machine convient aux chemins de fer sur routes à fortes rampes. Elle est employée sur la petite ligne de Villiers-le-Bel, et elle remorque trois voitures pleines et un petit fourgon sur la rampe de 53 millièmes qui se trouve au milieu du village; c'est un poids de 13 tonnes environ, non compris celui de la machine.

Ses principales dimensions sont les suivantes :

Diamètre des cylindres	0 m. 270
Course des pistons	0 280
Diamètre des roues	0 600
Pression de la vapeur.	10 kilog.
Poids de la machine à vide	10.600
Poids de la machine en charge . . .	13.600
Adhérence au 1/6	2.266
Puissance de traction	1.769

Locomotives Henschel et fils. — Cette maison construit pour les tramways et les chemins de fer sur routes des machines de plusieurs dimensions dont voici les traits les plus saillants: cylindres intérieurs; mécanisme placé sous les yeux du chauffeur et pouvant être visité et graissé en marche; porte du foyer sous le côté pour que le mécanicien puisse voir la voie; soutes à eau à l'avant et caisses à charbon à l'arrière; appareil de condensation sous la toiture, comme dans les nouvelles machines Merrywheater; frein à pédale; échappement silencieux. Ce dernier résultat est obtenu en envoyant la vapeur sous la boîte à *fumée,* dans un réservoir où elle se condense. L'eau de conden-

ımenée par un tuyau dans le cendrier pour éteindre les. La machine repose sur de forts ressorts en acier :haudière a un dôme de prise de vapeur très élevé, les entraînements.

n Henschel a adopté pour ses machines l'attelage qui sert à la fois pour la traction et le tamponne- les courbes les plus raides, les tampons, qui sont entre de la traverse, sont toujours en contact. Toutes es de tramways qui sortent de ces ateliers n'ont que es couplées. Leur poids à vide varie de 5,750 à grammes, sans condensation, et de 6,050 à 11,900 ki- avec condensation. La pression est de 12 kilo- ır centimètre carré. Le type de 9.000 kilogrammes, harge 11.500 kilogrammes, a une adhérence, comp- de 1.700 kilogrammes et une puissance de traction ilogrammes. Il remorque 15 tonnes sur rampe de es.

schel ont fourni à 21 chemins de fer sur routes, en nachines de tramways variant de dimensions, mais osition est la même pour tous les types.

e Krauss. — M. Krauss, de Munich, un des meil- ucteurs de l'Allemagne, a fait quelques locomotives ır le service d'une section de la ligne de Berlin à elle de Berlin à Grünau, — d'une longueur de 13 kilo- iron. Les voyageurs se composent surtout d'étu- ouvriers qui n'occupent que des places de troisième x réduits.

ine Krauss ressemble beaucoup, extérieurement, à rywheater. Elle a, comme elle, une cheminée assez atteindre la toiture de l'impériale de la voiture orque. Elle est à cylindres et mécanismes extérieurs roues couplées, comme toutes les petites machines Krauss.

dimensions principales :

re des cylindres	0 m. 160
des pistons.	0 m. 300
e des roues..	0 m. 630
ıent des essieux.	1 m. 500
de chauffe totale	13 m. q.
n effective à la chaudière.	12 kilog.
e la machine en service.	7.500 k.

e repose sur deux bogies. Elle a les dimensions sui-

ur totale	9 m. 800

Largeur extérieure.	3 m. 030
Nombre de places assises	100
Id. debout	40
Poids de la voiture vide.	11.290 k.
Id. pleine	20.390
Poids par place	80

Locomotives de la Métallurgique. — Cette Société a livré à différents tramways, et notamment à ceux de Milan-Pavie et de Valenciennes-Anzin, des machines à quatre roues et à six roues couplées, dont voici les dimensions principales :

	N° 1		N° 2
Diamètre des cylindres	0 m. 18	0 m. 23	0 m. 25
Course des pistons	0 m. 36	0 m. 36	0 m. 36
Diamètre des roues	0 m. 90	0 m. 90	0 m. 85
Pression par c. q.	15 kilog.	12 kilog.	12 kilog.
Adhérence au 1/6	1.260 kilog.	1.500	2.166 k.
Puissance de traction	1.264 kilog.	1.650	2.000 k.

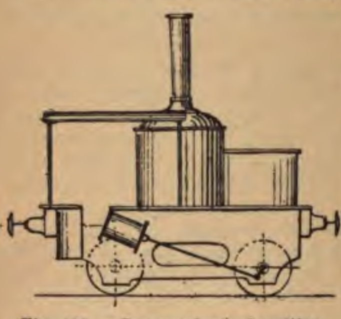


Fig. 165. — Locomotive à chaudière verticale de Saint-Léonard.

Ces machines sont couvertes d'une légère toiture, comme celle de la figure 163.

A côté de la Métallurgique, nous pouvons citer quelques établissements belges qui fabriquent, pour les voies ferrées industrielles et posées sur les routes, des machines bien étudiées et très pratiques.

La Société de Saint-Léonard construit de petites machines à chaudière verticale représentées figure 165, qui conviennent au service des gares et aux petits chemins de fer d'usines.

Cette Société, qui jouit à l'étranger d'une réputation justement méritée, est arrivée à créer deux types de machines pour chemins de fer sur routes, qui font un bon service. Nous en donnons ci-dessous les dimensions principales. La locomotive du type A est en service sur le petit chemin de fer de Turin à Rivoli. L'autre, du type B, fonctionne en Suisse.

	Type A	Type B
Diamètre des cylindres.	0 m. 23	0 m. 28
Course des pistons.	0 m. 40	0 m. 46

re des roues motrices. . . .	4	4
:e des roues porteuses . . .	»	
tre des roues motrices . . .	0 m. 80	1 m. 15
Id. porteuses . .	»	0 m. 60
ment des essieux.	1 m. 50	4 m. 35
eur de la grille.	0 m. 79	1 m. 05
ır de la grille	0 m. 59	0 m. 70
e de chauffe directe.	2 m q 70	4 m q 35
Id. des tubes . . .	25 m q 60	36 m q 70
on effective.	9 atm.	8 atm.
de la machine vide.	9.000 k.	14.000 k.
Id. en charge . .	11.000 k.	17.500 k.
ɔn théorique.	2.460 k.	2.590 k.
ɔn effective (65 p. 0/0). . .	1.600 k.	1.700 k.

ison Carels frères, de Gand, a livré aux tramways du ɔur la ligne de Lille à Roubaix, des machines de 10 dont on paiait être très satisfait.

·iété de Marcinelle et Couillet a la spécialité des loco- légères pour voies étroites et des locomotives indus- ɔour voies de 1 mètre à 1m,50.

ɔcomotives de la Société de John Cockerill, à Seraing. nes et petits chemins de fer, sont bien connues. Chau- :ticale, cylindres et mouvement à l'extérieur des lon- égère toiture recouvrant entièrement la machine, voilà uits principaux. Elles pèsent en charge, suivant les ; 200 kilogrammes, 9,300 kilogrammes et 11,900 kilo-

ınce, les établissements du Creusot, de Cail et Cie. de é des Batignolles, de Fives-Lille, de Passy, construisent ɜs machines pour les chemins de fer sur routes à voie mais dont quelques détails ne semblent pas avoir été n vue d'un service spécial, qui tient du tramway et du le fer ordinaire. Quelques spécimens de ce genre figu- l'Exposition de 1878.

iété Cail avait exposé une machine de 3 tonnes, à voie), pour les usines et les exploitations industrielles ›les (fig. 166). Cylindres, monument et distributions xtérieurs, alimentation avait lieu par un injecteur.

ne Société avait exposé une machine de 10 tonnes, à :ouplées, à la voie de 1 mètre, construite pour les tram- l'Eure. Mouvement extérieur; caisses à eau sur le côté; descendant très bas pour faciliter le relevage en cas de ıent; injecteur Chiazzari à l'eau chaude, et injecteur Friedman qui permet d'aspirer l'eau dans un puits

dans un cours d'eau, directement, à 7 mètres de profondeur, avec une pression de 3 atmosphères seulement dans l'injecteur.

Le poids de la machine du Creusot représentée figure 167

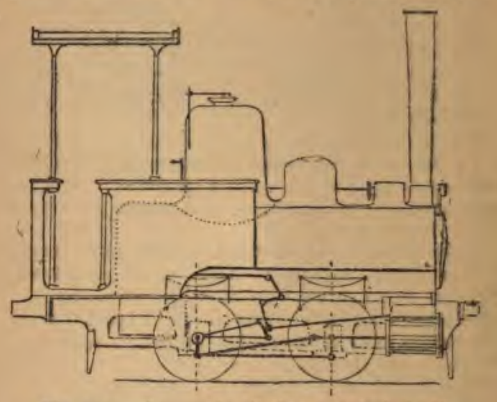


Fig. 166. — Locomotive Cail pour voie de 0m,80.

n'est que de 2,600 kilogrammes à vide; au départ, il est de 3,000 kilogrammes. Les cylindres ont 0m,150 de diamètre et les pistons 0m,220 de course. Diamètre des roues de 0m,45;

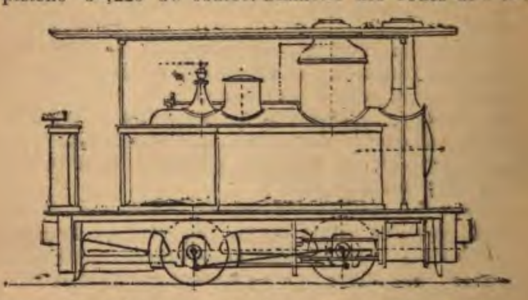


Fig. 167. — Locomotive du Creusot pour voie de 0m,76.

adhérence de 500 kilogrammes et puissance de traction de 693, avec coefficient de 0m,70 de la pression effective. Cette petite machine se comporte très bien en service.

La figure 168 reproduit l'ensemble d'une locomotive à 6 roues

lées pour voie de 1 mètre. Son poids est de 10 tonnes 150 de et de 13 tonnes 500 à poids plein. Elle se rapproche coup comme disposition générale de la machine de 10 es dont nous venons de parler.

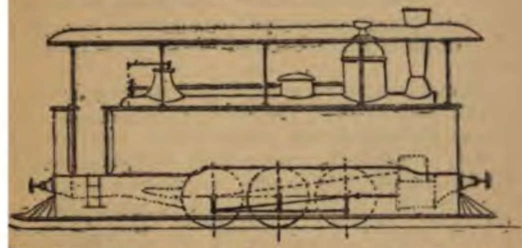


Fig. 168. — Locomotive de 10 tonnes pour voie de 1 mètre.

figure 169 représente la locomotive Compound du système et, que les ateliers de Passy ont construite pour le chemin er de Biarritz et qui a été exposée en 1878.

est en apparence une machine ordinaire dont les cylindres mouvement sont extérieurs et les caisses à eau placées le côté, comme dans presque toutes les machines-tender :

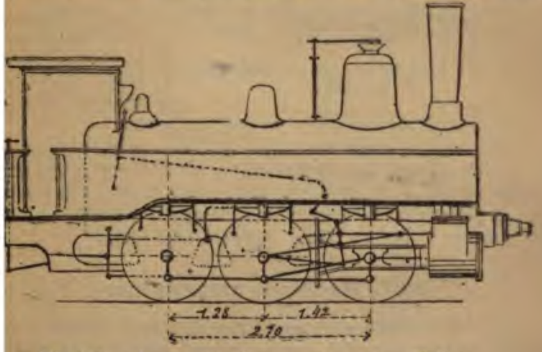


Fig 169. — Locomotive Compound, système Mallet.

apeur est introduite, à gauche, dans un petit cylindre enveé d'un plus grand qui est plein de vapeur. Elle passe de r un gros conduit dans le cylindre de droite qui est plus d et où elle se détend.

s cylindres communiquent entre eux et avec la chaudière

ment de voie, on le voit prendre une sorte de mouvement galop. Or la vitesse d'un car est faible si on la compare à ce d'une machine, et son instabilité n'a pas de conséquen fâcheuses.

Il n'en est pas de même lorsqu'on a à exploiter une li en mauvais état, comme on en rencontre tant parmi les ch mins de fer économiques.

L'addition d'un bogie enlève un tiers environ du pouv adhérent d'une machine. Mais les ingénieurs américains co sidèrent que l'accroissement de stabilité sur la voie et la f lité de passer les courbes, en donnant à la machine une l gue base de roues et un truck pour les roues porteuses, c pensent et au delà la perte de l'adhérence.

Dans la locomotive de Billerica et Bedford, qui est à huit ro es, le poids de la machine et de la chaudière est porté par les roues motrices comme dans une machine à quatre roues coupl ées.

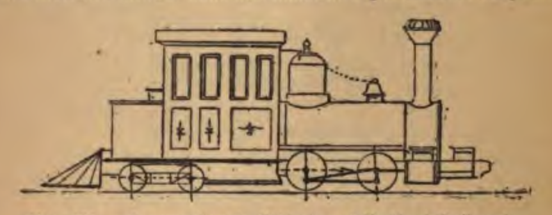


Fig. 173. — Locomotive du Billerica et Bedford Railroad.

En prolongeant le châssis au delà de la boîte à feu, on a ménagé de l'emplacement pour l'eau et le charbon, et on a placé un bogie sous la partie prolongée. On a évité ainsi un tender, et, en même temps, le poids de l'approvisionnement sert à maintenir le bogie sur la voie. De là deux sortes de poids sur la machine : celui du mécanisme et de la chaudière qui est invariable et forme l'adhérence, et celui du charbon et de l'eau qui est variable, mais qui n'enlève pas de la charge aux roues motrices.

Voici les dimensions principales de la machine de Billerica :

Largeur de la voie	0 m. 609
Diamètre des cylindres	0 203
Course des pistons	0 304
Diamètre des roues motrices	0 761
Base totale des roues	3 961
Poids de la machine en service . . .	10.758 kilog.
— sur les roues motrices	6.506
— sur le bogie	4.252

Adhérence au 1/6	1.085
Puissance de traction.	925

MM. Porter, Bell et Cie, de Philadelphie, fabriquent pour les tramways de petites machines à quatre roues couplées dont la figure 172 donne le diagramme. Il y a trois types dont voici les dimensions principales :

	1	2	3
Diamètre des cylindres	0 m. 15	0 m. 17	0 m. 20
Course des pistons	0 m. 25	0 m. 30	0 m. 40
Diamètre des roues motrices. .	0 m. 70	0 m. 76	0 m. 91
Poids en service.	4.080 k.	6.350 k.	9.068 k.

Les tramways de la Nouvelle-Orléans emploient des machines du type 2 avec un bogie à deux roues placé à l'avant.

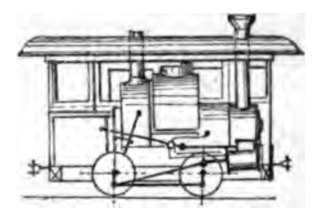


Fig. 174. — Machine pour tramways de Porter, Bell et Cie.

228. Machines à air comprimé.

D'autres moteurs que la vapeur ont été expérimentés sur les tramways. On a essayé tour à tour le gaz d'éclairage, le gaz d'ammoniaque, les ressorts, etc. De toutes les applications à la traction des cars, deux seules sont restées parce qu'elles ont donné des résultats pratiques : l'air comprimé et l'eau chaude

MM. Scott Moncrieff et le major Beaumont, en Angleterre, M. Mékarski, en France, ont employé l'air comprimé sous des formes différentes. Les deux premiers en sont encore à la période d'expériences, tandis que le second voit son système fonctionner depuis trois ans sur les tramways de Nantes et donner pleine satisfaction au public. A Nantes, l'air comprimé sert de moteur à des voitures automobiles ; à Paris, il a été appliqué, pendant quelques mois, sous le forme de locomotive, à la traction des cars des Tramways-Nord sur une des lignes de Saint-Denis.

Tout le monde sait aujourd'hui comment fonctionne le système Mékarski. Des machines à vapeur fixes compriment l'air à 25 atmosphères. On l'emmagasine à cette pression dans de

voirs en tôle placés sous la voiture automobile ou dans la caisse de la locomotive. Cet air, pour se rendre aux cylindres d'une machine disposée comme celle des locomotives et dans lesquels il doit agir comme le fait la vapeur, traverse un récipient ver-

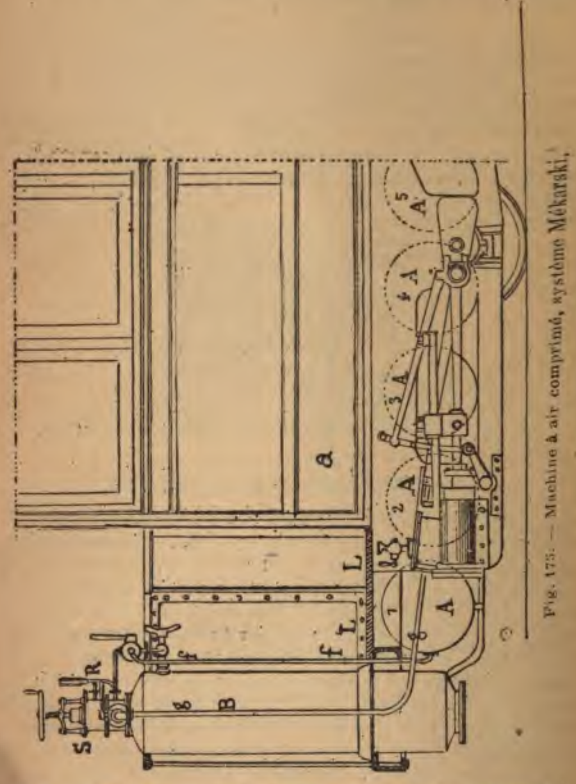


Fig. 175. — Machine à air comprimé, système Mékarski.

al B — bouillote — rempli aux trois quarts d'eau chauffée à 1 ° et installé sur la partie antérieure du car. Ce passage de ir à travers la vapeur, en partie condensée, du récipient, a pour et de lui permettre de se détendre dans des limites plus fruc- uses et de rendre les joints plus étanches.

ures automobiles et machines fonctionnent sans bruit, et nœuvrent avec une extrême facilité.

reproche au système Mékarski de ne pas être économique. d'après l'inventeur, le tableau comparatif des frais de n par kilomètre des tramways de Paris et de ceux de pour l'année 1880 :

Tramways-Omnibus	0 fr.	7079
Tramways-Nord	0	5520
Tramways-Sud	0	5752
Tramways de Nantes. . . .	0	3762

r arriver à ce dernier chiffre, il importe que l'exploitation u sur une assez grande échelle. Des locomotives isolées, llant sur une ligne de tramway où la traction se ferait ntement avec d'autres moteurs, coûteraient beaucoup plus. rk cite ce fait qu'en 1880 deux locomotives Mékarski, qui it pendant quelques mois le service sur le tramway de ige, parcourant ensemble par jour 135 kilomètres, nécesıt une dépense de 1,216 kilogrammes de combustible pour entation des machines de compression. Ce chiffre très élevé me ce que nous disions plus haut.

'en est pas de même du système à eau chaude de L. Francq. machines seulement travaillent en ce moment à Lille où font un bon service, et ne dépensent cependant, par ètre, que 0 fr. 15.

229. Machines sans foyer de L. Francq.

machine sans foyer repose sur ce principe de physique connu : *Que le point d'ébullition, c'est-à-dire la température pondante au dégagement de vapeur, croît et décroît selon ı pression augmente ou diminue sur la surface d'un liquide fé. D'où il résulte que dans un vase clos, plus on chauffe uide, plus la pression augmente à sa surface.*

cet échauffement est produit par un courant de vapeur, ri chauffe l'eau et remplit l'espace libre au-dessus de la surlu liquide en augmentant progressivement la pression. Cette entation, qui précède toujours un peu l'accroissement de la rature de l'eau correspondante, a pour effet de retarder l'éion et de liquéfier la vapeur introduite.

chaudières fixes installées à la gare de départ fournissent au à la température initiale de 200 degrés correspondant pression de 15 atmosphères au moins. Le réservoir monté locomotive, représentée figure 176, est capable de résister pression pouvant varier pratiquement entre 2 et 15 atmoss.

La vapeur arrive des chaudières par le tuyau recourbé, à droite de la figure, en communication avec le robinet valve, qui se relie au même joint du tuyau traversant la masse d'eau. Ce tuyau se branche sur un conduit horizontal, percé de petits trous, qui longe le fond du réservoir.

Une fois le robinet valve ouvert, la vapeur se précipite dans le tuyau, et, par les ouvertures du conduit horizontal, traverse l'eau environnante. Elle s'élève dans le dôme de prise de vapeur à gauche, et pénètre par les ouvertures longitudinales du tuyau

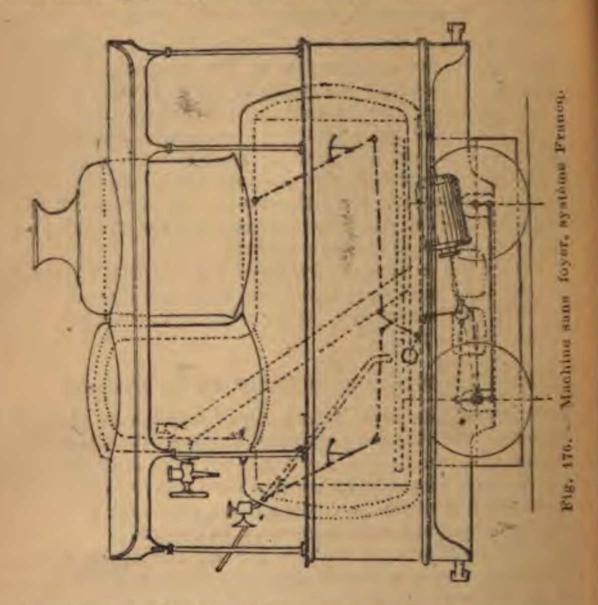


Fig. 176. — Machine sans foyer, système Francq.

de conduite dans le *détendeur de vapeur* disposé à l'extérieur, et *dont la fonction consiste à débiter la vapeur dans les cylindres, à une pression constante quelconque, quelle que soit la pression variable du réservoir.*

La vapeur ayant fait son travail dans les cylindres, au lieu de s'échapper dans l'atmosphère se rend par un tuyau, qui n'est pas indiqué dans la figure, au grand dôme placé à droite, où est installé un *condenseur à air*.

Tel est le fonctionnement de la machine sans foyer, qui tend

à prendre de jour en jour une très grande importance. On croyait tout d'abord que sa sphère d'action ne s'étendait qu'aux villes; on reconnait aujourd'hui qu'elle convient ou ne peut mieux aux chemins de fer sur routes. L'expérience de la petite ligne de Rueil à Marly, où elle fonctionne depuis trois ans, démontre qu'elle peut traîner en service régulier plus de 20 tonnes à une vitesse de 20 kilomètres, et qu'elle gravit régulièrement sur l'embranchement de Marly une rampe de près de 2,000 mètres, qui comprend des déclivités de 60 millièmes par mètre.

La dépense de traction, en comprenant les frais de toute nature et même ceux de l'entretien et de l'amortissement du générateur fixe, est de 0 fr. 455 par kilomètre.

La machine sans foyer et la machine à air comprimé sont les seules qui satisfont complètement aux prescriptions de l'article 21 du décret du 6 août 1881.

Elles sont les seules aussi admises jusqu'à présent pour le Métropolitain de Paris.

Deux lignes de tramways à la Nouvelle-Orléans sont exploitées avec des machines sans foyer.

230. Tramways funiculaires et tramways électriques.

La traction se fait au moyen de câbles, à San-Francisco, sur deux lignes de tramways où des déclivités de 16 à 20 pour cent ne permettent pas l'emploi de locomotives. Le service s'y fait régulièrement, mais les cables s'usent vite et leur renouvellement constitue une grosse dépense.

Nous ne dirons que quelques mots des tramways électriques. Dans le petit spécimen qui servait, en 1880, au transport des visiteurs de la place de la Concorde au Palais de l'Industrie, on n'avait pu utiliser les rails comme conducteurs de l'électricité. On avait donc disposé sur le côté de la voie des tubes en laiton qui étaient soutenus à une certaine hauteur par des poteaux. Ces tubes, isolés entre eux, communiquaient avec les deux pôles de la machine génératrice. Dans leur intérieur glissaient deux chariots identiques, en communication avec la voiture au moyen de conduits souples.

Quelque intéressante que soit cette application nouvelle de l'électricité à la traction des cars, il faut reconnaitre qu'au niveau du sol l'installation de voies de ce genre ne serait pas possible, parce qu'on ne pourrait compter sur un service régulier et économique. Il faut isoler la voie en la plaçant sur des tabliers métalliques, aériens comme les *Elevated railroads* de

New-York, et alors on ne se trouve plus en présence d'un *tramway* ni d'un *chemin de fer économique*.

231. La traction mécanique dans les villes. Choix du moteur.

L'insuccès des machines Merrywheater et des machines Hughes sur le réseau Sud, les irrégularités des machines Brown sur le réseau Nord, ont fait croire à beaucoup de personnes que la traction mécanique n'est pas possible dans une ville comme Paris. Il importe que cette erreur ne s'accrédite pas, car l'avenir des tramways est dans le remplacement du cheval par la machine.

A ces exemples, que citent les adversaires de la traction mécanique, nous opposerons ceux des villes où elle fonctionne à l'avantage du public et des Compagnies : Nantes, par exemple, où les voitures-automobiles à air comprimé desservent seules la ville; Rouen, où les tramways sont en grande partie exploités par les machines de Merrywheater et celles de Fives-Lille; Strasbourg, où les machines Brown ont remplacé les chevaux; Saint-Etienne, enfin, où l'ingénieur de la Compagnie des tramways, M. Faliès, a, dès l'ouverture du service, installé la traction mécanique. De véritables trains, composés d'une machine Brown et de quatre voitures, passent toutes les 15 minutes dans la rue la plus centrale de la ville, celle où la circulation est la plus active et où se concentre la vie de cette cité manufacturière. Nous donnons plus loin des détails sur l'installation de ce service, que devraient aller voir tous ceux aux yeux desquels la traction mécanique n'est pas possible dans les villes.

Mais, il faut bien le reconnaître, dans les villes que nous venons de citer, la voie a été construite pour la traction mécanique. La voie Marsillon, posée à Nantes, contribue beaucoup au fonctionnement régulier des cars automobiles. A Strasbourg comme à Saint-Etienne, la voie Demerbe, qu'on retrouve dans beaucoup de villes où est installée la traction mécanique, convient, à ce qu'il paraît, aux machines de tramways. Aux avantages de voies meilleures, il convient d'ajouter ceux de moteurs mieux étudiés et se prêtant mieux au dur service des tramways que ne pouvaient le faire les moteurs primitifs.

On ne s'explique vraiment pas pourquoi une voiture automobile à air comprimé ou à eau chaude ne ferait pas tout aussi bien le service dans l'intérieur de Paris qu'un car à chevaux. Elle tiendrait moins de place sur la voie publique qu'une voiture de même contenance avec son attelage; elle se manœuvrerait et s'arrêterait avec plus de facilité.

Quant aux lignes de banlieue, il faut espérer que. dans un avenir prochain, elles seront exploitées avec des machines. En ne faisant arrêter leurs trains, comme à Saint-Etienne, qu'à des points déterminés, les Compagnies de tramways arriveraient à gagner du temps sur la durée actuelle des parcours. Les jours d'affluence, elles seraient mieux en mesure qu'aujourd'hui de donner satisfaction aux besoins du public, et elles auraient sur les chemins de fer l'avantage d'amener les voyageurs de la banlieue au milieu de Paris.

232. Recettes et dépenses des tramways anglais et français.

Nous empruntons au Rapport officiel publié par ordre de la Chambre des communes les renseignements qui suivent sur la situation des tramways de la Grande-Bretagne au 30 juin 1880.

La longueur des lignes concédées était de....	1.035 kilom.
— — construites..........	592 —
dont à voie simple..............	175 kilom.
— à voie double..............	417 —

Les dépenses de premier établissement avaient atteint au 30 juin 1880 les chiffres ci-dessous :

	Pour le réseau.	Par kilom.
Construction..................	108.018.000 fr....	182.500
Chevaux, matériel roulant, etc...	28.322.000 fr....	47.800
Totaux........	136.340.000 fr....	230.300

Le nombre des chevaux destinés à la traction était de	12.392
— des locomotives de.....................	17
— des cars............................	1.610

Du 1er janvier au 30 juin 1880, le nombre des voyageurs transportés par les tramways s'est élevé à 173.067.000.

Voici quels ont été pour cette période les résultats de l'exploitation :

Recettes brutes............	33.573.000
Dépenses.................	27.827.000
Recettes nettes totales	5.746.000
— — par kilomètre	9.706

Rapport entre les dépenses et les recettes brutes. 83 p. 0/0.

Voici quel était, au 31 décembre 1880, l'état des concessions des tramways en France :

Longueur .... 708.781 mètres
Longueur exploitée. 428.267 —

Dépenses de premier établissement :

	Pour le réseau.	Par kilom.	
Construction.....	37.091.871 fr.	112.604 fr.	pour 329. 398
Chevaux, matériel roulant, etc....	54.210.085 fr.	164.572 fr.	
Totaux.....	91.301.956 fr.	267.418 fr.	pour 353. 645
Tramways du Havre	3.146.958	137.933	
— de Nancy	110.000	76.816	
Ensemble...	94.558.914 fr.	....	

On remarquera que le total de la dépense par kilomètre n'est pas le résultat de l'addition de la dépense de construction et de celle des chevaux, matériel roulant, etc. Le *Bulletin des Travaux publics*, auquel nous empruntons ces chiffres, a soin de faire observer que, pour les détails, la moyenne a été prise sur 329k,398, tandis que, pour le total, elle l'a été sur 353k,645.

Résultats d'exploitation en 1880 :

	Pour le réseau	Par kilom.
Recettes brutes............	26.982.772 fr.....	73.402 fr.
Dépenses..................	26,076,032.......	70.936
Produit net..........	906,740 fr.....	2.466 fr.

pour 367k,628.

Coefficient d'exploitation, 979 p. 0/0.

Tandis que les tramways anglais donnent de 9 à 10.000 fr. de produit net par kilomètre, les tramways français ne donnent pas 3,000 francs.

233. Le chemin de fer métropolitain de Paris.

En 1872, Paris n'avait pour tous moyens de transport en commun que les omnibus de la Compagnie générale et les bateaux-mouches de la Seine. A cette époque, Londres possédait déjà de nombreuses lignes de tramways et près de 320 kilomètres de chemins de fer urbains et suburbains, ayant 222 gares desservies journellement par 3,352 trains. Sous ce rapport, Paris ne pouvait être comparé à la grande métropole anglaise.

Avant la chute de l'Empire, on avait, à plusieurs reprises, constaté cette insuffisance des moyens de transport. La population parisienne s'en était émue, mais il paraissait assez difficile

de lui donner satisfaction. Augmenter le nombre des omnibus en circulation ne semblait pas possible, car l'encombrement des quartiers commerçants était déjà très grand. Poser des voies ferrées sur les riches et beaux boulevards du nouveau Paris, il n'y fallait pas songer; les rails ne pouvaient que gêner les voitures de luxe. Quant aux chemins de fer métropolitains, on y avait bien pensé, mais pour les construire il fallait ouvrir sur différents points de la capitale des chantiers qui ne pouvaient que gêner la circulation publique et provoquer les plaintes de la population.

Paris d'ailleurs semblait appelé à devenir la ville des millionnaires. Les ouvriers et les établissements industriels avaient pour eux la banlieue et le chemin de fer de ceinture; cela devait leur suffire. L'établissement des chemins de fer métropolitains ne paraissait pas nécessaire.

Avec le changement de gouvernement, les idées se modifièrent. On comprit que la capitale de la France républicaine devait offrir à la classe peu aisée les mêmes facilités de transport que Londres, la métropole de l'aristocratie anglaise.

Des commissions nommées par le Gouvernement et la municipalité allèrent étudier en Angleterre les chemins de fer métropolitains et les tramways. On chargea une commission technique spéciale de faire un rapport sur l'établissement des ces deux modes de transport dans le département de la Seine.

234. Projets de chemins de fer métropolitains. Programme de 1872.

Plusieurs projets de chemins de fer métropolitains furent présentés. Sept seulement donnèrent lieu à un examen sérieux de la part de la commission. Quatre étaient conçus d'après le système usuel; trois, d'après des systèmes nouveaux : tunnels à section réduite et traction par câbles; tubes souterrains et propulsion des trains par le système atmosphérique; viaducs métalliques légers sur les grandes voies publiques et traction par locomotives à air comprimé.

Les divers projets présentés à la commission donnaient lieu à l'étude de deux questions bien distinctes : celle des tracés, celle des systèmes.

La commission, sans s'arrêter à la question de système, pensa qu'il n'y avait pas lieu, pour le moment, de fixer le programme d'un réseau complet, et qu'il suffisait de statuer sur les principales lignes qui répondaient aux besoins les plus urgents de la circulation; que l'expérience de ces premières lignes ferait connaître si le système adopté devait être continué ou modifié

d'après les résultats obtenus, et si on devait faire d'autres lignes.

En conséquence, la commission classa au premier rang des lignes à construire : une ligne allant du bois de Boulogne aux chemins de fer de Vincennes et de Lyon par les boulevards intérieurs, passant par ou près de la place de l'Etoile et aboutissant aux boulevards entre la place de la Concorde et le nouvel Opéra ;

2° Une deuxième ligne, partant du boulevard Sébastopol, en face des Halles centrales, suivant ce boulevard, l'avenue Magenta et l'avenue Ornano en partie, et venant aboutir au chemin de fer de Ceinture (R. D.) ;

3° Une troisième ligne ayant son point de départ au chemin de fer de Ceinture (R. G.), entre Montrouge et Ouest-Ceinture, suivant le boulevard Saint-Michel et le boulevard Saint-Germain et aboutissant au chemin de fer d'Orléans ;

4° Enfin, une première jonction entre le boulevard Saint-Michel et le boulevard Sébastopol, si elle est reconnue possible; dans le cas contraire, une seconde jonction aboutissant au chemin de fer d'Orléans et la ligne se terminant au chemin de fer de Lyon.

Ces lignes devront passer à côté des gares de voyageurs des lignes de l'Ouest (R. D.), du Nord, de l'Est, de Lyon, d'Orléans et de Sceaux, et se relier à ces lignes, s'il est possible, par rails, soit directement, soit par embranchement.

Tel est le programme de la commission de 1872. Quant au système, la majorité se prononça en faveur de la traction par locomotives avec tunnel à section haute de 4m,30.

D'après les projets présentés, le kilomètre devait coûter 3 à 5 millions. Devant une pareille dépense, et la crainte de ne pas avoir un trafic assez rémunérateur pour la justifier, personne ne se présenta pour exécuter, sans subvention ni garantie d'intérêt, le programme de la commission.

La construction des chemins de fer métropolitains fut donc ajournée, et on concéda à leur place un réseau de 93 kilomètres de tramways, — dont 60 à l'intérieur de Paris, — à la Compagnie générale des omnibus et à celles des Tramways-Nord et Sud.

235. Insuffisance des omnibus et tramways en 1880.

En 1880, Paris comptait 34 lignes d'omnibus et 35 lignes de tramways. Les trois Compagnies transportèrent cette année-là 203,460,610 voyageurs, non compris la banlieue, c'est-à-dire *plus de 101* fois la population de la capitale.

Sur la ligne de la Madeleine à la Bastille, les recettes des Omnibus se sont élevées à 2,560,900 francs, soit un produit brut de 556,710 francs par kilomètre. La ligne des Batignolles à l'Odéon, la plus productive après celle des boulevards intérieurs, a donné une recette brute de 1,602,071 francs, qui correspond à 237,334 francs par kilomètre.

Les chemins de fer de la banlieue de Paris donnent un produit brut kilométrique de 100,000 francs.

Sur la plupart de ces lignes à grand trafic, la Compagnie des Omnibus a dû remplacer les voitures à 26 places par des voitures à 40 places. A certaines heures de la journée, les voitures sont au complet au point de départ, et le nombre des places demandées est bien supérieur à celui des places offertes. Après l'expérience qui vient d'être faite avec le matériel à 40 places, on ne saurait mettre en doute l'insuffisance d'un service d'omnibus, ou de tout autre mode de transport à contenance limitée, sur la ligne des boulevards intérieurs.

Ainsi on se trouve en 1882 en présence des mêmes difficultés qu'en 1872. On reconnait que tramways et omnibus sont insuffisants à certaines heures sur beaucoup de lignes, et qu'il faut les remplacer par des chemins de fer souterrains comme à Londres, ou aériens comme à New-York.

Il y a place à Paris pour les deux systèmes.

Le chemin de fer sous le sol convient aux quartiers riches et élégants, où un grand trafic justifie le prix élevé de sa construction. Placé sur la chaussée de nos grands boulevards, un chemin de fer aérien en déparerait la vue. Mais il n'en serait pas de même sur les boulevards extérieurs et dans les quartiers pauvres où il pourrait être un embellissement. Le premier doit être la ligne principale, le second l'embranchement.

Il y a dix ans, dans une étude consacrée aux moyens de transport en commun *à Paris et à Londres,* nous écrivions ceci (1) :

« L'insuffisance bien constatée aujourd'hui de nos moyens
« de transport, le temps perdu à aller en omnibus d'une extrémité
« à l'autre de Paris, l'impossibilité pour le voyageur traversant
« la capitale de passer d'une gare à l'autre en chemin de fer,
« l'éloignement de ces gares du centre des affaires, toutes ces
« considérations ont fait songer à suivre l'exemple de Londres
« et à doter Paris d'un réseau métropolitain.

« Plusieurs projets ont été présentés dans ce sens, et la ques-
« tion est aujourd'hui à l'étude. Sera-t-elle résolue affirmative-
« ment? Aurons-nous, comme à Londres, un chemin de fer sou-

(1) *Étude sur les chemins de fer et les moyens de transport en commun à Paris et à Londres.* Dunod, éditeur.

« terrain qui nous portera en quelques minutes d'un bout à « l'autre de la ville, ou serons-nous condamnés à nouveau aux « omnibus ? C'est ce que l'avenir nous apprendra. »

La question du réseau métropolitain est de nouveau à l'ordre du jour.

236. Nouveau projet de Métropolitain. Son tracé.

Une Société, ayant le capital nécessaire pour mener l'œuvre à bonne fin, demande à l'Etat et à la Ville la concession pour 99 ans, sans subvention ni garantie d'intérêt, d'un chemin de fer en partie souterrain, répondant au programme de 1872. Comme le projet est à l'enquête, on peut espérer de voir dans quelques années le Métropolitain contribuer pour une large part, avec les omnibus et les tramways, au déplacement de la population parisienne.

L'avant-projet présenté comprend les lignes suivantes :

1° Une ligne de Saint-Cloud aux chemins de fer de Vincennes et de Lyon, par Suresnes, Puteaux, le Jardin d'acclimatation, la place de l'Étoile, l'avenue Hoche, la gare Saint-Lazare, les rues du Quatre-Septembre, Réaumur et Turbigo, les boulevards Voltaire, Richard-Lenoir, Bourdon et Diderot;

2° Une deuxième ligne des Halles centrales au chemin de fer de ceinture (R. D.);

3° Une ligne partant de Montrouge et allant se relier à la première ligne au boulevard Bourdon, par les boulevard Saint-Michel et Saint-Germain;

4° Une ligne du square Cluny au pont de l'Alma, par le boulevard Saint-Germain et le quai d'Orsay;

5° Une ligne du carrefour de l'Observatoire à la barrière de l'Étoile, par la gare Montparnasse et le Trocadéro;

Des variantes à ces différents tracés sont indiquées dans l'avant-projet.

La Compagnie du chemin de fer métropolitain propose de construire immédiatement la première ligne, qui devra être exécutée dans un délai de trois ans après l'approbation des projets.

Cette ligne sera établie en souterrain dans la plus grande partie de son parcours.

Entre Saint-Cloud et le Jardin d'acclimatation, le tracé pourra emprunter le chemin de fer des Moulineaux, construit par la Compagnie de l'Ouest, jusqu'aux abords de Puteaux. Il se dirigerait ensuite, en traversant normalement la Seine au-dessus de l'île de Puteaux, vers le boulevard de Madrid.

Entre les points que nous venons d'indiquer et la Porte-

Maillot, la voie serait à ciel ouvert, sauf sur quelques parties de peu d'étendue. A partir de la Porte-Maillot jusqu'à la Bastille, le Métropolitain serait en tunnel. La distance entre ces deux stations est de 9 kilomètres et demi environ.

Les rails du Métropolitain se raccorderaient avec ceux de la ligne d'Auteuil à la Porte-Maillot et avec ceux de la Ceinture (R. R.) à la station des Batignolles. La jonction avec le chemin de fer de Vincennes aurait lieu à la station de Reuilly, qui serait le terminus de la première ligne.

Chacune des autres sections sera exécutée dans un délai de deux ans, dans l'ordre que nous avons indiqué plus haut, lorsque les sections précédemment ouvertes auront donné un revenu brut kilométrique de 400,000 francs par an.

237. Dispositions techniques.

Le Métropolitain sera construit dans les mêmes conditions et suivant les mêmes profils que les grandes lignes. On admettra cependant des courbes de 150 mètres de rayon et des rampes de $0^m,020$ par mètre.

La largeur des sections souterraines entre pieds-droits sera de $8^m,50$.

Les voûtes seront elliptiques avec surbaissement de 1/3.

La hauteur sous clef sera de 5 mètres, et l'épaisseur à la clef de $0^m,60$.

L'extrados se trouvera à $5^m,60$ au-dessus du rail. On devra, en outre, laisser généralement une épaisseur de 1 mètre au moins entre l'extrados et la chaussée.

Sur quelques points exceptionnels, il sera impossible d'obtenir cette différence de niveau; on devra alors augmenter le surbaissement ou même substituer à la voûte un plancher en fer.

La Compagnie a étudié aussi un type de tunnel avec deux voûtes en plein-cintre de $4^m,50$ d'ouverture, séparées par un pied-droit de 1 mètre d'épaisseur. L'épaisseur des culées serait de 1 mètre dans les terrains sans consistance, et de $0^m,60$ dans les terrains compactes. L'épaisseur à la clef serait de $0^m,50$. L'extrados des voûtes serait de $5^m,03$ au-dessus des rails. Avec cette disposition, chaque voûte pouvant se construire séparément, on n'apportera aucune gêne sensible à la circulation.

Certains égouts importants seront déplacés.

Les réseaux des conduites d'eau et de gaz seront nécessairement modifiés.

Dans les quartiers du Panthéon, du Luxembourg et de Montrouge, le souterrain sera établi au-dessus des carrières, et des travaux de consolidation seront nécessaires.

Dans les parties souterraines, les salles d'attente seront placées au rez-de-chaussée des maisons à acquérir. De larges escaliers conduiront les voyageurs sur le trottoir.

Des stations seront établies aux points ci-après :

Saint-Cloud;
Suresnes-Longchamps;
Madrid-Puteaux;
Neuilly;
Porte-Maillot;
Place de l'Etoile;
Parc Monceau;
Courcelles-Batignolles;
Gare Saint-Lazare;
Place de l'Opéra;
Bourse;
Rue Montorgueil;
Conservatoire des arts et métiers;
Place de la République;
Boulevard Richard-Lenoir;
Place de la Bastille;
Pont d'Austerlitz;
Gare de Lyon;
Chemin de fer de Vincennes.

La distance la plus longue entre deux stations est de 2k,6, hors Paris, et de 1k,5 dans Paris. La plus courte est de 600 mètres. La distance moyenne entre les stations de Saint-Cloud au chemin de fer de Vincennes est de 1 kilomètre environ.

Les ateliers et remises seront placés aux abords de Saint-Cloud et sur le raccordement avec la Compagnie de l'Ouest, aux Batignolles.

La voie devant être établie dans des conditions exceptionnelles de solidité, parce que la multiplicité des trains en rendrait les réparations très difficiles, la Compagnie propose l'emploi du rail en acier, du poids de 50 kilogrammes par mètre courant, reposant sur des traverses en fer pesant 100 kilogrammes.

Les voitures seront du modèle américain, à deux bogies. Leur longueur atteindra 13m,50.

La traction sera faite au moyen de locomotives à air comprimé ou à vapeur surchauffée, pesant 20 tonnes et pouvant remorquer un poids brut de 100 tonnes sur les rampes de 0m,010.

Chaque train, formé d'une voiture de 1re classe, de 3 voitures de 2e classe et d'un fourgon, pourra contenir 284 voyageurs, et aura un poids brut d'environ 60 tonnes.

En dehors des ouvrages spéciaux qui auront pour résultat d'aérer et d'éclairer certaines parties d'une manière assez complète, on établira de nombreuses cheminées d'aérage allant déboucher dans les refuges, sur les trottoirs des boulevards, entre les arbres ou enfin sous les kiosques.

238. Coût total du Métropolitain.

La longueur et la dépense totale de l'ensemble du réseau sont données ci-dessous :

	Longueurs	Dépenses
De Saint-Cloud au chemin de Vincennes et raccordements......	17.740m	47.200.800 fr.
Des Halles au chemin de Ceinture (R. D.)......................	4.770	15.502.500
De Montrouge au boulev. Bourdon	5.215	18.169.060
Du square de Cluny au pont de l'Alma......................	3.650	17.395.900
Du carrefour de l'Observatoire à la place de l'Etoile...........	6.670	19.549.770
Ensemble du réseau ...	38.045m	117.817.310 fr.

Aux chiffres ci-dessus, il y a lieu d'ajouter environ 25 0/0 pour les frais d'études, les frais généraux et l'intérêt du capital engagé pendant la construction.

La dépense totale en nombre rond sera donc portée à................................	150.000.000 fr.
Soit par kilomètre.........................	3.900.000

239. Tarifs, recettes et dépenses de l'exploitation.

Le prix maximum des places pour tous parcours est fixé comme il suit :

1re classe.......... 0 fr. 50 (cinquante centimes).
2e classe.......... 0 fr. 20 (vingt centimes).

Pendant la première heure du service, il sera délivré chaque jour aux ouvriers des billets d'aller et retour à moitié prix, valables pour la journée.

Le produit total est évalué à 15,098,000 francs, soit par kilomètre 400,000 francs environ.

Ce produit est notablement inférieur à celui du Métropolitain de Londres, qui donnait, huit ans après son ouverture, un revenu brut de plus de 800,000 francs par kilomètre.

En acceptant ce chiffre de 400,000 francs et en évaluant la dépense à 40 p. 0/0 de la recette, on trouve que le Métropolitain de Paris donnera un revenu de plus de 6 p. 0/0, chiffre qui sera sensiblement dépassé après trois ans d'exploitation.

Les services que le Métropolitain rendra à la population parisienne peuvent être résumés en quelques lignes :

Une plus grande rapidité dans la marche, — 20 kilomètres à l'heure, arrêts compris, au lieu de 8 kilomètres; — des voitures plus confortables et d'un roulement plus doux que celles des omnibus et même que celles des tramways; la certitude de trouver de la place dans les trains à toute heure et d'arriver

à destination en temps utile, sans avoir à se préoccuper d l'encombrement des rues; la facilité, pour le Parisien et po l'étranger, de prendre, au centre de la ville, les trains de ba lieue, de traverser Paris, de gare en gare, en chemin de fer.

Tels sont les avantages que le public doit retirer de la co struction d'un chemin de fer Métropolitain.

240. Les chemins de fer aériens et les chemins de fer souterrains.

Le succès et le développement des chemins de fer aériens à New-York et dans quelques grandes villes des États-Unis ont fait croire à la possibilité d'appliquer à Paris un système de ce genre.

Plusieurs projets ayant tous pour point de départ le roulement d'un train sur un viaduc métallique ont été soumis à l'approbation de l'Administration préfectorale et de la Ville. Quelques-uns sont encore à l'étude et doivent faire prochainement l'objet de demandes en concession. Avant d'en parler, il nous faut expliquer ce que sont les *Elevated Railroads* des Etats-Unis. C'est en 1867, dit-on, que les chemins aériens ont fait leur apparition à New-York. Tel a été l'engouement du public pour ce système, qu'à la fin de 1881 New-York possédait plus de 65 kilomètres de ces voies ferrées.

Dans les rues étroites, le tablier couvre la chaussée. Sa hauteur au-dessus des trottoirs est généralement de 4 m. 65 à 5 mètres, et la largeur dépasse celle de la chaussée, les piles étant placées en bordure sur les trottoirs. Les piles sont formées de légères colonnes en fonte entre-toisées.

Les rails sont bordés, de chaque côté, de forts madriers dont le rôle est de s'opposer au déraillement des véhicules.

Quelques sections des Elevated Railroads présentant des rampes très fortes et des courbes à court rayon, le tablier est souvent posé à une hauteur de 12 mètres au-dessus de la chaussée, quand il s'agit de passer d'une avenue à une autre. La charpente métallique n'est plus alors aussi simple, et la dépense d'installation de ces viaducs atteint un chiffre très élevé.

La construction du Manhattan Elevated Railroad, qui comprend les 34 kilog. 450 du Métropolitain et les 29 kilog. 420 du New-York, a coûté 189,748,470 francs, soit environ 2,920,000 ancs par kilomètre.

Ces chemins aériens transportent beaucoup de voyageurs et nt de belles recettes.

Le Manhattan, en 1880, a transporté 60,831,757 voyageurs et s recettes ont atteint 24,600,000 francs, ce qui correspond à

un produit kilométrique de 384,000 francs. Les frais d'exploitation ont été de 57,3 p. 0/0 de la recette.

La Compagnie possédait, en 1851, environ 522 cars et 198 locomotives.

Le moteur généralement employé sur les chemins aériens des États-Unis est la locomotive ordinaire. Sur celui de la 3e avenue, on se sert de machines semblables à celles que M. Forney a fait construire sur ses plans pour le Billerica and Bedford, et que nous avons décrites au paragraphe 227. Sur quelques lignes, on a supprimé l'échappement à cause du bruit qu'il produisait, et on l'a remplacé, soit par un souffleur à courant constant débouchant dans le foyer, comme sur le Greenwich Street Railroad, soit par un ventilateur mené par un petit cheval, comme on en rencontre souvent aux Etats-Unis sur les machines routières.

Le public se plaint beaucoup de l'emploi des locomotives, dont le moindre inconvénient est de répandre des escarbilles, des cendres, de la graisse et de l'eau sur les passants, les chevaux et les voitures qui circulent au-dessous des viaducs, et dans les appartements dont les fenêtres sont ouvertes. Sur les lignes où l'air comprimé a remplacé la vapeur, cet inconvénient a disparu.

M Samuel Mc-Elroy, ingénieur bien connu de Brooklyn, a fait devant la commission du *Rapid Transit* une communication très intéressante sur les chemins de fer aériens. D'après lui, ils sont une gêne pour la circulation des voitures et la manœuvre des pompes à incendie et des échelles de secours. Le bruit produit par le roulement des trains sur les viaducs métalliques est très fatigant. Les riverains s'en plaignent beaucoup, et dans certains quartiers les immeubles ont diminué de valeur.

Quant à la vue de ces charpentes massives élevées sur le milieu des chaussées, à la hauteur d'un premier étage, elle n'a rien d'attrayant. Aux Etats-Unis, où les questions d'art ne sont que secondaires, le commerce et l'industrie occupant la première place, l'aspect des Elevated Railroads ne choque pas les habitants. Il en serait tout autrement à Paris, la métropole de l'élégance et du goût.

Le Rapport de la commission technique de 1872 s'exprimait ainsi à ce sujet : « La commission a d'abord reconnu que les travées métalliques des chemins de fer aériens, et les passages fréquents de trains à la hauteur du premier étage, étaient inadmissibles pour les boulevards intérieurs. Ce système amènerait une dépréciation sérieuse d'immeubles importants, gênerait la circulation et endommagerait les arbres. La commission a donc

émis l'avis que, sans repousser les chemins de fer aériens qui pourraient trouver leur place sur les boulevards extérieurs et d'autres lignes en dehors du centre, il y avait lieu de les proscrire sur les deux lignes principales, ainsi que sur les quais, où ils produiraient le plus fâcheux effet en coupant la perspective des monuments remarquables qui les bordent. »

Le Rapport faisait allusion au projet de MM. Pochet et Lemoine et à celui de M. Vauthier.

Le premier comportait l'établissement de viaducs métalliques légers sur les grandes voies publiques.

Un seul rang de colonnes légères et largement espacées devait supporter une poutre métallique dont le bas du double T serait notablement plus large que la partie du haut. La poutre serait évidée, les supports, consoles et accessoires seraient plus ou moins ornés, suivant les quartiers traversés. Deux rails seraient posés sur les ailes inférieures de la poutre. Un troisième rail serait placé au-dessus de la poutre et sur son axe.

Les roues des wagons reposeraient sur les ràils inférieurs. Les voitures porteraient un évidement dans le sens de leur longueur, de façon que la partie basse descendrait de chaque côté de la poutre.

Dans l'évidement longitudinal des wagons on placerait des galets horizontaux qui, situés de chaque côté du rail central, s'opposeraient au déversement en cas d'accident.

La traction pourrait se faire par locomotives à vapeur pour les boulevards extérieurs, et avec des locomotives à air comprimé pour les boulevards intérieurs.

On établirait deux voies soit accolées, soit isolées de chaque côté de la chaussée.

Dans le projet Vauthier, qui comprenait une ligne circulaire suivant à peu près les boulevards extérieurs et un diamètre suivant les quais, toute la partie bordant la Seine devait être établie en viaduc.

De tous les systèmes de chemins de fer aériens proposés récemment pour desservir Paris, nous n'en citerons que deux : celui de M. Faliès et celui de MM. Fournier et Broca. Tous deux ont un côté original que l'on n'est pas habitué à trouver dans les projets de ce genre.

241. Chemin aérien de M. Faliès.

M. Faliès demande à installer son viaduc sur les grands boulevards. MM. Fournier et Broca se contentent des boulevards extérieurs. C'est, au reste, le champ désigné à l'avance pour

l'expérimentation des systèmes similaires qui veulent employer l'électricité comme moyen de traction.

M. Faliès établit le tablier métallique de son viaduc à 5m,20 au dessus de la chaussée, sur deux colonnes en fonte espacées l'une de l'autre de 2m,50, et reposant au milieu de la chaussée sur une emprise de 4 mètres de large sur 2m,50 de long.

Le tablier se compose de quatre poutres droites en tôle, une poutre par file de rails, complétées latéralement par deux encorbellements munis de garde-corps. Sa largeur est de 5m,50; la voie n'a que 1 mètre, et l'entrevoie 1 m. 50. Comme les voitures ont 2 mètres de large, elles ne laissent au moment où elles se croisent qu'un espace libre de 50 centimètres. L'espacement entre les piles est de 12 mètres.

Pour éviter le déraillement, M. Faliès a imaginé une combinaison qui ne pourrait être bien comprise qu'à l'aide d'une figure. Nous allons essayer, cependant, d'en donner une idée.

Les voitures sont montées sur quatre roues sans boudin, qui roulent sur des rails plats en forme de L comme ceux des premiers tramways. Sous la machine et sous chaque voiture est une roue médiane, portant un boudin sur le milieu du bandage et roulant sur un rail-tube rectangulaire placé dans l'axe de la voie et au-dessous des roues latérales. Ce tube porte une rainure longitudinale pour laisser passer le boudin.

Dans le tube sont deux galets verticaux se rattachant au système de la roue médiane, par l'intermédiaire de tiges qui traversent la rainure, et de ressorts qu'on peut serrer à volonté. Ces galets roulent sur la partie supérieure de l'intérieur du rail-tube.

C'est l'action réciproque des galets et de la roue médiane contre la paroi supérieure du rail-tube qui maintient en liaison constante la locomotive et les wagons avec le rail-tube. Ce dernier sert à guider le véhicule et à rendre tout déraillement impossible, puisque les galets sont emprisonnés dans le tube.

Le serrage de la roue et des galets sur le rail central pouvant se régler à volonté, il en résulte que ce système appliqué aux wagons constitue un frein aussi énergique qu'on voudra.

Appliqué aux machines, il donne une adhérence artificielle, indépendante du poids comme dans le système Fell, et qui permet de gravir de fortes rampes. Seulement, dans le système de M. Faliès, les roues agissent verticalement au lieu d'agir horizontalement, comme cela avait lieu au chemin de fer du Mont-Cenis.

Enfin, le train étant guidé par les roues médianes, on peut, avec les roues latérales qui sont folles, donner aux essieux la

facilité de se placer normalement aux courbes, ce qui permettrait le passage de celles qui n'ont qu'un très faible rayon. Les roues n'étant plus exposées au glissement pourraient être garnies de bandages en caoutchouc pour amortir le bruit du roulement.

Les projets de MM. Pochet et Lemoine et celui de M. Faliès, qui ont un point commun, le rail central, indiquent que les auteurs se sont préoccupés des suites graves que pourrait avoir le déraillement d'un train tombant d'une hauteur de 5 mètres, soit pour les voyageurs, soit pour les piétons à portée du viaduc.

M. Faliès estime que la dépense de construction, tous frais compris, serait par kilomètre de 1,000,000, et pour la ligne de la Madeleine à la Bastille, de 5,000,000.

La traction serait faite par des locomotives ordinaires du poids de 6 tonnes en charge, brûlant leur fumée et condensant la vapeur.

Les voitures contiendraient 40 places et pèseraient 6 tonnes à chargement complet. Le train en contiendrait ordinairement quatre, quelquefois six, offrant ainsi au public de 160 à 240 places.

La vitesse serait de 36 à 40 kilomètres à l'heure. Avec cinq ou six arrêts intermédiaires, elle serait réduite à la moitié, et la trajet entier demanderait un quart d'heure.

Le tarif moyen étant de 15 centimes, M. Faliès admet une recette brute de 1,226,400 francs, soit de 245,000 francs par kilomètre. Ces chiffres n'ont rien d'exagéré, puisqu'aujourd'hui l'exploitation des Omnibus donne un produit brut de plus de 550,000 francs.

En supposant que les frais d'exploitation absorbent 48 p. 100 de la recette, la recette nette serait de 638,750 francs, soit un peu plus de 12 p. 100 du capital engagé.

Tel est le projet de M. Faliès que nous voudrions voir appliqué, non pas aux boulevards intérieurs, ainsi qu'il le demande, mais à des quartiers dépourvus de moyens de transport suffisants.

Pratiquement, que vaut le système ?

L'expérience seule peut le faire connaître.

242. Système Fournier et Broca.

Le système Fournier et Broca diffère essentiellement du précédent. Comme la poutre et ses supports sont réduits au minimum, il serait facile de placer le viaduc sur le promenoir central des boulevards extérieurs, où il ne gênerait en rien

circulation. La voie est à 5 mètres du sol. Elle est assez vée pour ne pas gêner le passage des charrettes au croisent des rues, et assez basse pour que l'ascension du tablier tallique ne soit pas une cause de fatigue pour le voyageur. a, d'ailleurs, tout avantage au point de vue de la stabilité de l'économie à se rapprocher du sol.

a largeur totale du tablier est de 2 m. 80 répartis ainsi :

m. 10 pour chaque console en porte-à-faux;

m. 60 pour l'épaisseur de la poutre verticale qui sépare consoles.

haque console porte une voie.

es travées ont 40 mètres de longueur. L'emprise sur la ussée étant de 2 m. 30 pour chaque pile, on voit le peu space que le viaduc enlève à la circulation.

Quoique d'une apparente légèreté, ce système offre une solié et une sécurité absolues. Etant appelé à ne supporter que s poids très faibles, on a pu donner aux pièces qui le comsent des dimensions très réduites.

Les voitures ne pèseront, en effet, que 1,500 kilogrammes à le, et 2,900 à 3,000 kilogrammes à chargement complet. Ce nt les poids les plus lourds que le viaduc aura à supporter. traction devant se faire au moyen de câbles, on n'a pas à louter pour le tablier le passage d'un moteur quelconque.

Les voitures ont un côté original tout à fait nouveau. Elles nt formées d'une moitié de voiture de tramway sans impériale, i contiendrait 20 places sur chaque banquette. Si on coupe le hicule dans le sens de sa longueur par un plan vertical, et 'on remplace le demi-essieu droit avec roues calées par un mi-essieu coudé avec roues folles de diamètres différents, petite sous les pieds des voyageurs et la grande affleurant la averse de parclose, on aura l'ensemble de la voiture du sysme Fournier-Broca. Les voyageurs tournent le dos à la pou et le panneau qui leur fait face étant formé à mi-hauteur de rge baies, ils ne perdent rien de la vue du parcours.

Comme le rail extérieur est posé sur l'extrême bord de la nsole, sans le moindre garde-corps, il y aurait lieu de se éoccuper d'un déraillement qui projetterait la voiture hors du blier, si les auteurs du projet n'avaient pris soin de la rendre lidaire de la poutre, au moyen d'un petit appareil fort simple. est une sorte de verrou qui accompagne le véhicule dans son ouvement de translation.

En cas de rupture d'un essieu ou d'un déraillement, les auurs supposent que le verrou serait assez solide pour mainteir la voiture sur le tablier.

Nous pouvons dire du système Fournier-Broca ce que nous

avons dit du système Faliès : l'expérience seule peut faire naître sa valeur pratique.

243. Préventions contre le Métropolitain souterrain.

Les partisans du système aérien prétendent que la population parisienne ne consentira jamais à voyager sous terre dans l'obscurité, le froid et l'humidité, et qu'elle donnera toujours la préférence à l'omnibus ou au tramway.

Nous sommes loin de partager cette manière de voir.

Nous avons suivi les débuts du Métropolitain à Londres, nous avons été témoin du développement rapide de son trafic, malgré les imperfections de sa construction que l'expérience a, d'ailleurs, permis de corriger, et que l'on ne trouvera pas dans le Métropolitain de Paris. Le public parisien ira, il n'en faut pas douter là où il trouvera avantage de temps et d'argent.

Lorsqu'un voyageur, en descendant d'un train de l'Ouest, trouvera à sa portée un train du Métropolitain qui le transportera à la place de la Bourse, en 6 minutes et pour 20 centimes, dans un wagon éclairé au gaz et chauffé en hiver, nous avons de la peine à croire qu'il donnera la préférence à l'omnibus qui, moyennant 30 centimes, mettra trois fois plus de temps à faire le parcours. Faut-il ajouter qu'il ne lui faudra pas attendre comme aujourd'hui deux ou trois voitures avant de trouver de la place?

N'y aurait-il que la certitude d'avoir en tout temps des moyens de transport assurés, malgré les tourmentes de neige et de verglas, que la construction du Métropolitain devrait être considérée comme un bienfait par tous ceux que leurs occupations obligent à faire de longues courses dans Paris.

LOI DU 11 JUIN 1880

RELATIVE

CHEMINS DE FER D'INTÉRÊT LOCAL ET AUX TRAMWAYS

;nat et la Chambre des députés ont adopté,
résident de la République promulgue la loi dont la teneur

CHAPITRE PREMIER

CHEMINS DE FER D'INTÉRÊT LOCAL

ARTICLE PREMIER

blissement des chemins de fer d'intérêt local par les dé-
ents ou par les communes, avec ou sans le concours
opriétaires intéressés, est soumis aux dispositions sui-

ART. 2.

;'agit de chemins à établir par un département, sur le
.re d'une ou plusieurs communes, le conseil général ar-
près instruction préalable par le préfet et après enquête,
ction de ces chemins, le mode et les conditions de leur
iction, ainsi que les traités et les dispositions néces-
pour en assurer l'exploitation, en se conformant aux
; et conditions du cahier des charges type approuvé par

ART. 8.

Aucune concession ne pourra faire obstacle à ce qu'il soit accordé des concessions concurrentes, à moins de stipulation contraire dans l'acte de concession.

ART. 9.

A l'expiration de la concession, le concédant est substitué à tous les droits du concessionnaire sur les voies ferrées qui doivent lui être remises en bon état d'entretien.

Le cahier des charges régle les droits et les obligations du concessionnaire en ce qui concerne les autres objets mobiliers ou immobiliers servant à l'exploitation de la voie ferrée.

ART. 10.

Toute cession totale ou partielle de la concession, la fusion des concessions ou des administrations, tout changement de concessionnaire, la substitution de l'exploitation directe à l'exploitation par concession, l'élévation des tarifs au-dessus du maximum fixé, ne pourront avoir lieu qu'en vertu d'un décret délibéré en Conseil d'État, rendu sur l'avis conforme du conseil général, s'il s'agit de lignes concédées par les départements, ou du conseil municipal, s'il s'agit de lignes concédées par les communes.

Les autres modifications pourront être faites par l'autorité qui a consenti la concession : s'il s'agit de lignes concédées par les départements, elles seront faites par le conseil général statuant conformément aux articles 48 et 49 de la loi du 10 août 1871; s'il s'agit de lignes concédées par les communes, elles seront faites par le conseil municipal, dont la délibération devra être approuvée par le préfet.

En cas de cession, l'inobservation des conditions qui précédent entraine la nullité et peut donner lieu à la déchéance.

ART. 11.

A toute époque, une voie ferrée peut être distraite du domaine public départemental ou communal et classée par une loi dans le domaine de l'État.

Dans ce cas, l'État est substitué aux droits et obligations du département ou de la commune, à l'égard des entrepreneurs ou concessionnaires, tels que ces droits ou obligations résultent des conventions légalement autorisées.

En cas d'éviction du concessionnaire, si ses droits ne sont pas réglés par un accord préalable ou par un arbitrage établi, soit par le cahier des charges, soit par une convention posté-

rieure, l'indemnité qui peut lui être due est liquidée par une commission spéciale qui fonctionne dans les conditions réglées par la loi du 29 mai 1845. Cette commission sera instituée par un décret et composée de neuf membres, dont trois désignés par le Ministre des travaux publics, trois par le concessionnaire et trois par l'unanimité des six membres déjà désignés; faute par ceux-ci de s'entendre dans le mois de la notification à eux faite de leur nomination, le choix de ceux des trois membres qui n'auront pas été désignés à l'unanimité sera fait par le premier président et les présidents réunis de la cour d'appel de Paris.

En cas de désaccord entre l'État, le département ou la commune, les indemnités ou dédommagements qui peuvent être dus par l'État sont déterminés par un décret délibéré en Conseil d'État.

ART. 12.

Les ressources créées en vertu de la loi du 21 mai 1836 peuvent être appliquées, en partie, à la dépense des voies ferrées, par les communes qui auront assuré l'exécution de leur réseau subventionné et l'entretien de tous les chemins classés.

ART. 13.

Lors de l'établissement d'un chemin de fer d'intérêt local, l'État peut s'engager — en cas d'insuffisance du produit brut pour couvrir les dépenses de l'exploitation et cinq pour cent (5 p. 0/0) par an du capital du premier établissement, tel qu'il a été prévu par l'acte de concession, augmenté, s'il y a lieu, des insuffisances constatées pendant la période assignée à la construction par ledit acte — à subvenir pour partie au paiement de cette insuffisance, à la condition qu'une partie au moins équivalente sera payée par le département ou par la commune, avec ou sans le concours des intéressés.

La subvention de l'État sera formée : 1° d'une somme fixe de cinq cents francs (500 fr.) par kilomètre exploité; 2° du quart de la somme nécessaire pour élever la recette brute annuelle (impôts déduits) au chiffre de dix mille francs (10,000 fr.) par kilomètre pour les lignes établies de manière à recevoir les véhicules des grands réseaux; huit mille francs (8,000 fr.) pour les lignes qui ne peuvent recevoir ces véhicules.

En aucun cas, la subvention de l'État ne pourra élever la recette brute au-dessus de dix mille cinq cents francs (10,500 fr.) et de huit mille cinq cents francs (8,500 fr.), suivant les cas, ni attribuer au capital de premier établissement plus de cinq pour cent (5 p. 0/0) par an.

ART. 21.

La construction, l'entretien et les réparations des voies ferrées avec leurs dépendances, l'entretien du matériel et le service de l'exploitation sont soumis au contrôle et à la surveillance des préfets, sous l'autorité du Ministre des travaux publics.

Les frais de contrôle sont à la charge des concessionnaires. Ils seront réglés par le cahier des charges ou, à défaut, par le préfet, sur l'avis du conseil général, et approuvés par le Ministre des travaux publics.

ART. 22.

Les dispositions de l'article 20 de la présente loi sont également applicables aux concessions de chemins de fer industriels destinés à desservir des exploitations particulières.

ART. 23.

Sur la proposition des conseils généraux ou municipaux intéressés, et après adhésion des concessionnaires, la substitution, aux subventions en capital promises en exécution de l'article 5 de la loi de 1865, de la subvention en annuités stipulées par la présente loi, pourra, par décret délibéré en Conseil d'État, être autorisée en faveur des lignes d'intérêt local actuellement déclarées d'utilité publique et non encore exécutées.

Ces lignes seront soumises, dès lors, à toutes les obligations résultant de la présente loi.

Il n'y aura pas lieu de renouveler les concessions consenties ou les mesures d'instruction accomplies avant la promulgation de la présente loi, si toutes les formalités qu'elle prescrit ont été observées par avance.

ART. 24.

Toutes les conventions relatives aux concessions et rétrocessions de chemin de fer d'intérêt local, ainsi que les cahiers des charges annexés, ne seront passibles que du droit d'enregistrement fixe d'un franc.

ART. 25.

La loi du 12 juillet 1865 est abrogée.

CHAPITRE DEUXIÈME

TRAMWAYS

ART. 26.

Il peut être établi, sur les voies dépendant du domaine public de l'État, des départements ou des communes, des tramways ou voies ferrées à traction de chevaux ou de moteurs mécaniques.

Ces voies ferrées, ainsi que les déviations accessoires construites en dehors du sol des routes et chemins et classées comme annexes, sont soumises aux dispositions suivantes.

ART. 27.

La concession est accordée par l'État lorsque la ligne doit être établie, en tout ou en partie, sur une voie dépendant du domaine public de l'État.

Cette concession peut être faite aux villes ou aux départements intéressés avec faculté de rétrocession.

La concession est accordée par le conseil général, au nom du département, lorsque la voie ferrée, sans emprunter une route nationale, doit être établie, en tout ou en partie, soit sur une route départementale, soit sur un chemin de grande communication ou d'intérêt commun, ou doit s'étendre sur le territoire de plusieurs communes.

Si la ligne doit s'étendre sur plusieurs départements, il y aura lieu à l'application des articles 89 et 90 de la loi du 10 août 1871.

La concession est accordée par le conseil municipal, lorsque la voie ferrée est établie entièrement sur le territoire de la commune et sur un chemin vicinal ordinaire ou sur un chemin rural.

ART. 28.

Le département peut accorder la concession à l'Etat ou à une commune avec faculté de rétrocession ; une commune peut agir de même à l'égard de l'Etat ou du département.

ART. 29.

Aucune concession ne peut être faite qu'après une enquête dans les formes déterminées par un règlement d'administrati…

publique et dans laquelle les conseil généraux des départements et les conseils municipaux des communes dont la voie doit traverser le territoire seront entendus, lorsqu'il ne leur appartiendra pas de statuer sur la concession.

L'utilité publique est déclarée et l'exécution est autorisée par décret délibéré en Conseil d'État, sur le rapport du Ministre des travaux publics, après avis du Ministre de l'intérieur.

ART. 30.

Toute dérogation ou modification apportée aux clauses du cahier des charges type, approuvé par le Conseil d'Etat, devra être expressément formulée dans les traités passés au sujet de la concession, lesquels seront soumis au Conseil d'État et annexés au décret.

ART. 31.

Lorsque, pour l'établissement d'un tramway, il y aura lieu à expropriation, soit pour l'élargissement d'un chemin vicinal, soit pour l'une des déviations prévues à l'article 26 de la présente loi, cette expropriation pourra être opérée conformément à l'article 16 de la loi du 21 mai 1836 sur les chemins vicinaux, et à l'article 2 de la loi du 8 juin 1864.

ART. 32.

Les projets d'exécution sont approuvés par le Ministre des travaux publics, lorsque la concession est accordée par l'Etat.

Les dispositions de l'article 3 sont applicables lorsque la concession est accordée par un département ou par une commune.

ART. 33.

Les taxes perçues dans les limites du maximum fixé par l'acte de concession sont homologuées par le Ministre des travaux publics, dans le cas où la concession est faite par l'Etat, et par le préfet dans les autres cas.

ART. 34.

Les concessionnaires de tramways ne sont pas soumis à l'impôt des prestations établi par l'article 3 de la loi du 21 mai 1836, à raison des voitures et des bêtes de trait exclusivement employées à l'exploitation du tramway.

Les départements ou les communes ne peuvent exiger des concessionnaires une redevance ou un droit de stationnement qui n'aurait pas été stipulé expressément dans l'acte de concession.

ART. 35.

A l'expiration de la concession, l'Administration peut exiger que les voies ferrées qu'elle avait concédées soient supprimées en tout ou en partie, et que les voies publiques et leurs déviations lui soient remises en état de viabilité aux frais du concessionnaire.

ART. 36.

Lors de l'établissement d'un tramway desservi par les locomotives et destiné au transport des marchandises en même temps qu'au transport des voyageurs, l'Etat peut s'engager — en cas d'insuffisance du produit brut pour couvrir les dépenses d'exploitation et cinq pour cent (5 p 0/0) par an du capital d'établissement tel qu'il a été prévu par l'acte de concession et augmenté, s'il y a lieu, des insuffisances constatées pendant la période assignée à la construction par ledit acte, — à subvenir, pour partie, au payement de cette insuffisance, à condition qu'une partie au moins équivalente sera payée par le département ou par la commune avec ou sans le concours des intéressés.

La subvention de l'État sera formée : 1° d'une somme fixe de cinq cents francs (500 fr.) par kilomètre exploité ; 2° du quart de la somme nécessaire pour élever la recette brute annuelle (impôts déduits) au chiffre de six mille francs (6.000 fr.) par kilomètre.

En aucun cas, la subvention de l'État ne pourra élever la recette brute au-dessus de six mille cinq cents francs (6.500 fr.), ni attribuer au capital de premier établissement plus de cinq pour cent (5 p. 0/0) par an.

La participation de l'État sera suspendue de plein droit quand les recettes brutes annuelles atteindront la limite ci-dessus fixée.

ART. 37.

La loi du 15 juillet 1845 sur la police des chemins de fer est applicable aux tramways, à l'exception des articles 4, 5, 6, 7, 8, 9 et 10.

ART. 38.

Un règlement d'administration publique déterminera les mesures nécessaires à l'exécution des dispositions qui précèdent et notamment :

1° Les conditions spéciales auxquelles doivent satisfaire, tant pour leur construction que pour la circulation des voitures et des trains, les voies ferrées dont l'établissement sur le sol des voies publiques aura été autorisé ;

2° Les rapports entre le service de ces voies ferrées et les autres services intéressés.

ART. 39.

Sont applicables aux tramways les dispositions des articles 4. 6 à 12, 14 à 19, 21 et 24 de la présente loi.

La présente loi, délibérée et adoptée par le Sénat et la Chambre des députés, sera exécutée comme loi de l'État.

Fait à Paris, le 11 juin 1880.

JULES GRÉVY.

Par le Président de la République :

Le Ministre des Travaux publics,

H. VARROY.

DÉCRET

PORTANT RÈGLEMENT D'ADMINISTRATION PUBLIQUE SUR LA FORME DES ENQUÊTES, EN MATIÈRE DE CHEMINS DE FER D'INTÉRÊT LOCAL ET DE TRAMWAYS

LE PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE,

Sur le rapport du Ministre des travaux publics ;

Vu la loi du 11 juin 1880, et notamment les articles ci-après :

« Article 29, § 1er (Chapitre 2. — Tramways). Aucune concession ne peut être faite qu'après une enquête dans les formes déterminées par un règlement d'administration publique et dans laquelle les conseils généraux des départements et les conseils municipaux des communes dont la voie doit traverser le territoire seront entendus, lorsqu'il ne leur appartiendra pas de statuer sur la concession.

« Article 3, § 5 (Chapitre 1er. — Chemins de fer d'intérêt local). Si un chemin de fer d'intérêt local doit emprunter le sol d'une voie publique, les projets d'exécution sont précédés de l'enquête prévue par l'article 29 de la présente loi. »

Vu l'avis du Conseil général des ponts et chaussées, en date du 21 février 1881 ;

Le Conseil d'État entendu,

DÉCRÈTE :

ARTICLE PREMIER.

Les demandes tendant à établir des voies ferrées à traction de chevaux ou de moteurs mécaniques sur les voies dépendant du domaine public sont adressées :

Au Ministre des travaux publics, lorsque la concession doit, conformément à l'article 29 de la loi susvisée, être accordée par l'État ;

Au préfet, lorsqu'elle doit être accordée par le conseil général ;

Au maire, lorsqu'elle peut l'être par le conseil municipal.

11° Le nombre minimum des trains qui seront mis chaque jour à la disposition du public.

ART. 4.

Après instruction, la demande est soumise à l'autorité qui doit faire la concession, et celle-ci décide s'il y a lieu de procéder à l'enquête.

Quand cette autorité a décidé que l'enquête doit avoir lieu, le préfet prend un arrêté pour fixer le jour et les lieux où l'enquête sera ouverte et pour nommer les membres de la commission, le tout conformément aux règles ci-après.

Cet arrêté est affiché dans toutes les communes de chacun des cantons que la ligne doit traverser.

ART. 5.

La commission d'enquête se compose de sept membres au moins et de neuf au plus, pris parmi les principaux propriétaires de terres, de bois, de mines, les négociants et les chefs d'établissements industriels.

Si la ligne ne doit pas sortir des limites d'une commune, la commission se réunit à la mairie de cette commune ; si elle traverse plusieurs communes d'un même arrondissement, la commission se réunit à la sous-préfecture de cet arrondissement ; si elle traverse plusieurs arrondissements d'un même département, la commission siège à la préfecture ; si elle traverse deux ou plusieurs départements, il est nommé une commission par département et chacune d'elles siège à la préfecture.

La commission désigne elle-même son président et son secrétaire.

ART. 6.

Les pièces indiquées aux articles 2 et 3 ainsi que des registres destinés à recevoir les observations auxquelles peut donner lieu l'entreprise projetée restent déposés pendant un mois à la mairie de chaque chef-lieu de canton que la ligne doit traverser, ou à la mairie de la commune, si la ligne ne sort pas du territoire d'une commune.

En outre, el plan de chaque traverse mentionnée au n° 5 de l'article 2 est déposé pendant le même temps avec un registre spécial à la mairie de la commune traversée.

Les pièces ci-dessus indiquées sont fournies par le demandeur en concession et à ses frais.

ART. 7.

·ation du délai ci-dessus fixé, la commission d'en-
éunit sur la convocation du préfet, du sous-préfet ou
suivant le lieu où elle doit siéger; elle examine les
is consignées aux registres de l'enquête, entend les
des ponts et chaussées et des mines employés dans
uent, et, après avoir recueilli auprès de toutes les
qu'elle juge utile de consulter les renseignements
roit avoir besoin, elle donne son avis motivé tant
: de l'entreprise que sur les diverses questions qui
sées par l'Administration ou soulevées au cours de

·ses opérations, dont elle dresse procès-verbal, doivent
iées dans un délai de quinze jours.

ART. 8.

que le procès-verbal de la commission d'enquête est
plus tard à l'expiration du délai fixé en vertu de
·écédent, le président de la commission transmet
s-verbal au préfet avec les registres et les autres

ART. 9.

ıbres de commerce, et à défaut les chambres consul-
arts et manufactures des villes intéressées à l'exé-
travaux sont appelées par le préfet à délibérer et à
eur opinion sur l'utilité et la convenance de l'entre-

ès-verbaux de leurs délibérations doivent être remis
.vant l'expiration du délai fixé dans l'article 7.

ART. 10.

eils généraux des départements et les conseils muni-
communes dont la voie projetée doit traverser le
convoqués au besoin en session extraordinaire, sont
lélibérer et à émettre leur avis sur les mêmes objets,
e leur appartient pas de statuer sur la concession.

ART. 11.

toutes les formalités prescrites par les articles précé-
été remplies, ainsi que celles qui peuvent être né-
ux termes des lois et règlements sur les travaux
préfet adresse dans le plus bref délai possible le
nplet, avec l'avis des ingénieurs et son avis parti-

culier, à l'autorité qui doit donner la concession; il joint à ce dossier le projet du cahier des charges de la concession.

ART. 12.

Les dispositions qui précèdent sont applicables aux chemins de fer d'intérêt local qui doivent emprunter le sol de voies publiques sur une partie de leurs parcours.

Les avant-projets et mémoires descriptifs de ces lignes de chemins de fer sont complétés conformément aux articles 2 et 3 du présent décret et au paragraphe 5 de l'article 3 de la loi susvisée, pour ce qui concerne les sections à poser sur les voies publiques.

L'enquête faite dans les formes ci-dessus sert pour faire déclarer l'utilité publique de l'entreprise et pour en faire autoriser l'exécution tant sur le sol des routes et chemins qu'en dehors des voies publiques.

ART. 13.

Le Ministre des travaux publics est chargé de l'exécution du présent décret, qui sera publié au *Journal officiel* et inséré au *Bulletin des lois*.

Fait à Paris, le 18 mai 1881.

JULES GRÉVY.

Par le Président de la République :
Le Ministre des Travaux publics,
SADI CARNOT.

DÉCRET

PORTANT RÈGLEMEMT D'ADMINISTRATION PUBLIQUE Pour l'exécution de l'article 38 de la loi du 11 juin 1880.

(Établissement et exploitation des voies ferrées sur le sol des voies publiques.)

Le Président de la République française,

Sur le rapport du Ministre des travaux publics;

Vu la loi du 11 juin 1880 et notamment l'article 38 ainsi conçu :

« Un règlement d'administration publique déterminera les « mesures nécessaires à l'exécution des dispositions qui pré- « cèdent et notamment :

« 1° Les conditions spéciales auxquelles doivent satisfaire, « tant pour leur construction que pour la circulation des voi- « tures et des trains, les voies ferrées dont l'établissement sur « le sol des voies publiques aura été autorisé;

« 2° Les rapports entre le service de ces voies ferrées et les « autres services intéressés. »

Vu les avis du Conseil général des ponts et chaussées, en date des 20 janvier et 7 juillet 1881;

Le Conseil d'Etat entendu,

Décrète :

TITRE PREMIER

CONSTRUCTION

Article premier

Projet d'exécution.

Aucun travail ne peut être entrepris pour l'établissement d'une voie ferrée sur le sol de voies publiques qu'avec l'auto-

risation de l'Administration compétente donnée sur le vu des projets d'exécution.

Chaque projet d'exécution comprend l'extrait de carte, le plan général, le profil en long, les profils en travers types et les plans de traverses dont la production est exigée par l'article 2 du règlement d'administration publique du 18 mai 1881, ces documents dressés dans la forme prescrite par l'article précité, et dûment complétés ou rectifiés d'après les résultats de l'instruction à laquelle l'avant-projet a été soumis.

Le projet d'exécution comprend en outre :

1° Des profils en travers à l'échelle de 0m,005 pour mètre, relevés en nombre suffisant, principalement dans les traverses et dans les parties où les voies publiques empruntées n'ont pas la largeur et le profil normal ;

2° Un devis descriptif dans lequel sont reproduites, sous forme de tableau, les indications relatives aux déclivités et aux courbes déjà données sur le profil en long ;

3° Un mémoire dans lequel toutes les dispositions essentielles du projet sont justifiées.

Le projet d'exécution est remis au préfet en deux expéditions, dont l'une, revêtue de l'approbation que le préfet aura donnée en se conformant à la décision de l'autorité compétente pour les projets d'ensemble, est rendue au concessionnaire, tandis que l'autre demeure entre les mains du préfet.

Les projets comprenant les déviations en dehors du sol des routes et chemins sont soumis à l'approbation du Ministre des travaux publics, pour ce qui concerne la grande voirie et les cours d'eau, et ne peuvent être adoptés par l'autorité qui a donné la concession que sous la réserve des décisions prises ou à prendre par le Ministre des travaux publics sur les objets qui précèdent.

Avant comme pendant l'exécution, le concessionnaire aura la faculté de proposer aux projets approuvés les modifications qu'il jugerait utiles ; mais ces modifications ne pourront être exécutées qu'après l'approbation de l'autorité qui a revêtu de sa sanction les dispositions à modifier.

De son côté, l'Administration pourra ordonner d'office les modifications dont l'expérience ou les changements à opérer sur la voie publique feraient reconnaître la nécessité.

En aucun cas, ces modifications ne pourront donner lieu à indemnité.

Art. 2.

Bureaux d'attente et de contrôle, égouts, etc.

La position des bureaux d'attente et de contrôle qui peuvent être autorisés sur la voie publique, celle des égouts, de leurs bouches et regards, et des conduites d'eau et de gaz, doivent être indiquées sur les plans présentés par le concessionnaire, ainsi que tout ce qui serait de nature à influer sur la position de la voie ferrée et sur le bon fonctionnement des divers services qui peuvent en être affectés.

Art. 3.

Voies doubles et gares d'évitement.

Le projet d'exécution indique le nombre des voies à établir sur les différentes sections des lignes concédées, ainsi que le nombre et la disposition des gares d'évitement.

Art. 4.

Largeur de la voie. Gabarit du matériel. Entre-voie.

La largeur de la voie est fixée pour chaque concession par le cahier des charges.

La largeur des locomotives et des caisses des véhicules, ainsi que de leur chargement, ne peut excéder ni deux fois et demie la largeur de la voie, ni la cote maximum de deux mètres quatre-vingts centimètres ($2^m,80$), et la largeur extrême occupée par le matériel roulant y compris toutes saillies, notamment celles des lanternes et des marchepieds latéraux, ne peut dépasser la largeur des caisses augmentée de trente centimètres ($0^m,30$).

La hauteur du matériel roulant et de son chargement ne peut excéder quatre mètres vingt centimètres ($4^m,20$) pour la voie de $1^m,44$; elle est réglée d'une manière définitive et invariable par le cahier des charges pour les voies de la geur moindre, de manière à ne pas compromettre la sécurité du public.

Dans les parties à plusieurs voies, la largeur de chaque entre-voie est telle qu'il reste un intervalle libre d'au moins cinquante centimètres ($0^m,50$) entre les parties les plus saillantes de deux véhicules qui se croisent.

Art. 5.

Établissement de la voie ferrée. Largeur réservée à la circulation publique.

L'autorité qui a fait la concession détermine les sections de la ligne où la voie sera établie au niveau de la chaussée, avec

rails noyés, en restant accessible et praticable pour les voitures ordinaires, et celle où elle sera placée sur un accotement praticable pour les piétons, mais interdit aux voitures ordinaires.

Le cahier des charges de chaque concession détermine les largeurs qui doivent être réservées pour la libre circulation sur la voie publique, de telle façon que le croisement de deux voitures soit toujours assuré, l'une de ces deux voitures pouvant être le véhicule du tramway dans le premier des deux cas considérés ci-dessus.

Les dispositions prescrites doivent d'ailleurs assurer dans tous les cas la sécurité du piéton qui circule sur la voie publique et celle du riverain dont les bâtiments sont en façade sur cette voie.

Si l'emplacement occupé par la voie ferrée reste accessible et praticable pour les voitures ordinaires, les rails sont à gorge ou accompagnés de contre-rails; la largeur des vides ou ornières ne peut excéder vingt-neuf millimètres ($0^m,029$) dans les parties droites et trente-cinq millimètres ($0^m,035$) dans les parties courbes. Les voies ferrées sont posées au niveau de la chaussée, sans saillie ni dépression sur le profil normal de celle-ci.

ART. 6.

Parties de routes à modifier. Traversées à niveau. Accès des propriétés riveraines.

Le concessionnaire fournit, sur les points qui lui sont indiqués, des emplacements pour le dépôt des matériaux d'entretien qui trouvaient place auparavant sur l'accotement occupé par la voie ferrée.

Lorsque, pour maintenir la voie de fer dans les limites de courbure et de déclivité fixées par le cahier des charges, ou pour maintenir le fonctionnement des services intéressés (article 2), on doit faire subir quelques modifications à l'état de la voie publique, le concessionnaire exécute tous les travaux, soit à ses frais, soit avec le concours des services intéressés, s'il y a lieu, conformément aux projets approuvés par l'Administration.

Il opère pareillement les élargissements qui sont indispensables afin de restituer à la voie publique la largeur exigée en vertu de l'article précédent.

Il doit maintenir l'accès à la voie publique des voitures ordinaires, au droit des chemins publics et particuliers ainsi que des entrées charretières qui seraient interceptées par la voie de fer. La traversée des routes et des chemins publics ou particuliers est opérée à niveau, sans que le rail forme saillie ou dépression sur la surface de ces chemins,

Le concessionnaire doit d'ailleurs prendre les dispositions

nécessaires pour faciliter l'exécution des travaux qui sont prescrits ou autorisés par l'Administration afin de créer de nouveaux accès soit aux chemins publics et particuliers, soit aux propriétés riveraines.

ART. 7.

Déviations à construire en dehors du sol des routes et chemins.

Les déviations à construire en dehors du sol des routes et chemins et à classer comme annexes sont établies conformément aux dispositions arrêtées par l'autorité compétente.

ART. 8.

Écoulement des eaux. Rétablissement des communications.

Le concessionnaire est tenu de rétablir et d'assurer à ses frais, pendant la durée de la concession, les écoulements d'eau qui seraient arrêtés, suspendus ou modifiés par ses travaux.

Il rétablit de même les communications publiques ou particulières que l'exécution de ses travaux l'oblige à modifier momentanément.

ART. 9.

Exécution des travaux.

La démolition des chaussées et l'ouverture des tranchées pour la pose et l'entretien de la voie ferrée sont effectuées avec célérité et avec toutes les précautions convenables.

Les chaussées doivent être remises dans le meilleur état.

Les travaux sont conduits de manière à ne pas compromettre la liberté et la sûreté de la circulation. Toute fouille restant ouverte sur le sol des voies publiques, ainsi que tout dépôt de matériaux, est éclairée ou gardée au besoin pendant la nuit, jusqu'à ce que la voie publique soit débarrassée et rendue conforme au profil normal du projet.

ART. 10.

Gares et stations.

Le cahier des charges indiquera si le tramway devra s'arrêter en pleine voie pour prendre ou laisser des voyageurs ou des marchandises sur tous les points du parcours, ou si, au contraire, il ne s'arrêtera qu'à des gares, stations ou haltes désignées, ou si enfin les deux modes d'exploitation seront combinés.

Dans ces deux derniers cas, si les gares, stations et haltes n'ont pas été déterminées dans le cahier des charges, elles le seront lors de l'approbation des projets définitifs par l'autorité

présent règlement et de celles qui résultent soit des cahiers des charges, soit des projets approuvés.

ART. 17.

Réception des travaux.

A mesure que les travaux sont terminés sur des parties de voie ferrée susceptibles d'être livrées utilement à la circulation, il est procédé à la reconnaissance, et, s'il y a lieu, à la réception provisoire de ces travaux par un ou plusieurs commissaires que le préfet désigne.

Sur le vu du procès-verbal de cette reconnaissance, le préfet autorise, s'il y a lieu, la mise en exploitation des parties dont il s'agit; après cette autorisation, le concessionnaire peut mettre lesdites parties en service et y percevoir les taxes déterminées par le cahier des charges. Toutefois, ces réceptions partielles ne deviennent définitives que par la réception générale de la voie ferrée, laquelle est faite dans la même forme que les réceptions partielles.

ART. 18.

Bornage et plan cadastral des parties en déviation.

Immédiatement après l'achèvement des travaux et au plus tard six mois après la mise en exploitation de la ligne ou de chaque section, le concessionnaire doit faire faire à ses frais un bornage contradictoire avec chaque propriétaire riverain, en présence du préfet ou de son représentant, ainsi qu'un plan cadastral des parties de la voie ferrée et de ses dépendances qui sont situées en dehors du sol des routes et chemins. Il fait dresser également à ses frais, et contradictoirement avec les agents désignés par le préfet, un état descriptif de tous les ouvrages d'art qui ont été exécutés, ledit état accompagné d'un atlas contenant les dessins cotés de tous les ouvrages.

Une expédition dûment certifiée des procès-verbaux de bornage, du plan cadastral, de l'état descriptif et de l'atlas est dressée aux frais du concessionnaire et déposée dans les archives de la préfecture.

Les terrains acquis par le concessionnaire postérieurement au bornage général, en vue de satisfaire aux besoins de l'exploitation, et qui, par cela même, deviennent partie intégrante de la voie ferrée, donnent lieu, au fur et à mesure de leur acquisition, à des bornages supplémentaires, et sont ajoutés sur le plan cadastral; addition est également faite sur l'atlas de tous les ouvrages d'art exécutés postérieurement à sa rédaction.

TITRE II

ENTRETIEN ET EXPLOITATION

Art. 19.

Entretien.

La voie ferrée et tout le matériel qui en dépend doivent être constamment entretenus en bon état, de manière que la circulation y soit toujours facile et sûre.

Les frais d'entretien et ceux auxquels donnent lieu les réparations ordinaires et extraordinaires de la voie ferrée sont à la charge du concessionnaire.

Sur les sections à rails noyés où la voie ferrée est accessible aux voitures ordinaires, l'entretien du pavage ou de l'empierrement de la surface affectée à la circulation du tramway est réglé, pour chaque concession, par le cahier des charges, qui indique le service chargé d'exécuter cet entretien, ainsi que la répartition des dépenses.

Sur les sections où la voie ferrée n'est pas accessible aux voitures ordinaires, l'entretien, qui est à la charge du concessionnaire, comprend la surface entière des voies, augmentée d'une zone d'un mètre (1m, 00), qui sera mesurée à partir de chaque rail extérieur.

Si la voie ferrée et les parties de la voie publique dont l'entretien est confié au concessionnaire ne sont pas constamment entretenues en bon état, il y est pourvu d'office à la diligence du préfet et aux frais du concessionnaire, sans préjudice, s'il y a lieu, de l'application des dispositions indiquées ci-après dans l'article 41.

Le montant des avances faites est recouvré au moyen de rôles que le préfet rend exécutoires.

Art. 20.

Du matériel employé à l'exploitation.

Le matériel roulant qui est mis en circulation sur la voie ferrée doit passer librement dans le gabarit, dont les dimensions sont fixées conformément aux dispositions de l'article 4 du présent règlement.

La traction est opérée conformément aux clauses de la concession.

Art. 21.

Machines locomotives à vapeur.

Les machines locomotives à vapeur sont construites sur les meilleurs modèles; elles doivent satisfaire aux prescriptions des articles 7, 8, 9, 11 et 15 de l'ordonnance du 15 novembre 1846, et pour ce qui concerne spécialement leur générateur, aux dispositions du décret du 30 avril 1880.

Les types des machines employées, leur poids et leur maximum de charge par essieu doivent être approuvés par le préfet, sur l'avis du service du contrôle, eu égard aux besoins de l'exploitation et à la composition ainsi qu'à l'état de la voie.

Les machines sont pourvues de freins assez puissants pour que, lancées sur une pente de deux centimètres par mètre ($0^{m},02$) avec une vitesse de vingt kilomètres (20 kil.) à l'heure, elles puissent être arrêtées, sans le secours des freins des voitures remorquées, sur un espace de vingt mètres (20 m.) au plus.

Les locomotives à feu ne doivent donner aucune odeur et ne doivent répandre sur la voie publique ni flammèches, ni escarbilles, ni cendres, ni fumée, ni eau excédente, le concessionnaire étant expressément responsable de tout incendie causé par l'emploi des machines à feu, soit sur la voie publique, soit dans les propriétés riveraines.

Aucune locomotive ne peut être mise en service qu'en vertu d'un permis spécial de circulation délivré par le préfet sur la proposition des fonctionnaires chargés du contrôle, après accomplissement des formalités prescrites pour les locomotives des chemins de fer et après vérification de l'efficacité des freins, eu égard à la vitesse de la machine et à l'inclinaison de la voie.

Art. 22.

Autres moteurs mécaniques.

Les machines fixes et les machines locomotives de tout autre système que la machine locomotive à vapeur munie d'un foyer doivent satisfaire aux prescriptions spéciales arrêtées par le Ministre des travaux publics.

Art. 23.

Voitures et wagons.

‹ voitures de voyageurs doivent satisfaire aux prescrip-
'es articles 8, 9, 12, 13, 14 et 15 de l'ordonnance royale
novembre 1846. Elles sont suspendues sur ressorts et
nt être à deux étages.

L'étalage inférieur est complètement couvert, garni de banquettes avec dossiers, fermé à glaces au moins pendant l'hiver, muni de rideaux et éclairé pendant la nuit; l'étage supérieur est garni de banquettes avec dossiers; on y accède au moyen d'escaliers qui sont accompagnés, ainsi que les couloirs latéraux donnant accès aux places, de garde-corps solides d'au moins un mètre dix centimètres (1m,10) de hauteur effective.

Sur les voies ferrées où la traction est opérée au moyen de locomotives, l'étage supérieur est couvert et protégé à l'avant et à l'arrière par des cloisons.

Les dossiers et les banquettes doivent être inclinés et les dossiers sont élevés à la hauteur des épaules des voyageurs.

Il peut y avoir des places de plusieurs classes; la disposition particulière des places de chaque classe est conforme aux prescriptions arrêtées par le préfet.

Les wagons destinés au transport des marchandises, des chevaux ou des bestiaux, les plates-formes, et en général toutes les parties du matériel roulant, sont de bonne et solide construction, et satisfont aux prescriptions des articles 8, 9 et 15 de l'ordonnance royale du 15 novembre 1846.

Chaque voiture sans exception est munie d'un frein puissant.

ART. 24.

Entretien du matériel roulant.

Le matériel roulant et tout le matériel servant à l'exploitation sont constamment maintenus dans un bon état d'entretien et de propreté.

Si le matériel dont il s'agit n'est pas entretenu en bon état, il y est pourvu d'office, à la diligence du préfet et aux frais du concessionnaire, sans préjudice, s'il y a lieu, des dispositions indiquées ci après dans l'article 41.

ART. 25.

Règles d'exploitation applicables à tous les services de tramways.

Gardiennage et signaux.

Le concessionnaire est tenu de prendre à ses frais, partout où la nécessité en aura été reconnue par le préfet, sur l'avis du service du contrôle, et eu égard au mode d'exploitation employé, les mesures nécessaires pour assurer la liberté et la sécurité du passage des voitures et des trains sur la voie ferrée et celle de la circulation ordinaire sur les routes et chemins que suit ou traverse la voie ferrée.

Art. 26.

Ateliers de réparation de la voie.

Lorsqu'un atelier de réparation est établi sur une voie, signaux doivent indiquer si l'état de la voie ne permet pa passage des voitures ou des trains, ou s'il suffit d'en ralenti marche.

Art. 27.

Éclairage des voitures ou des trains.

Toute voiture isolée ou tout train porte extérieurement u rouge à l'avant et un feu vert à l'arrière. Les fanaux sont flecteurs ; ils sont allumés au coucher du soleil et ne peu être éteints avant son lever.

Art. 28.

Transport de matières dangereuses.

Il est interdit d'admettre dans les convois qui porten voyageurs aucune matière pouvant donner lieu soit à des e sions, soit à des incendies.

Art. 29.

Service des tramways à traction de chevaux.

Le cocher doit avoir l'appareil de manœuvre du frein s main ; il doit porter son attention sur l'état de la voie, su proche des voitures ordinaires ou des troupeaux, et ralen même arrêter la marche en cas d'obstacles, suivant les ci tances ; il doit se conformer aux signaux de ralentisseme d'arrêt qui lui sont faits par les gardiens et ouvriers de l

Le cocher est muni d'une trompe ou d'un cornet, ou d autre instrument du même genre, afin de signaler son app

Dans les tramways à service de voyageurs, le cocher trouver en communication, au moyen d'un signal d'arr avec le receveur, soit avec les voyageurs dans les voiture n'y a pas de receveur.

Art. 30.

Service des tramways à traction mécanique.
Composition des trains.

Sur les lignes de tramways à traction mécanique, la lo des trains ne peut dépasser soixante mètres (60 mètres

la réserve de cette condition, qui est de rigueur, tout convoi ordinaire de voyageurs doit contenir des voitures ou des compartiments de toutes classes, en nombre suffisant pour le service du public.

Les machines et voitures entrant dans la composition de tous les trains sont liées entre elles par des attaches rigides, avec ressorts.

ART. 31.

Composition des trains. Machines.

Les machines sont placées en tête des trains. Il ne peut être dérogé à cette disposition que pour les manœuvres à exécuter dans les stations ou pour le cas de secours; dans ces cas spéciaux, la vitesse ne doit pas dépasser cinq kilomètres à l'heure (5 kilom.).

Les trains sont remorqués par une seule machine, sauf à la montée des rampes de forte inclinaison ou en cas d'accident.

Il est, dans tous les cas, interdit d'atteler simultanément plus de deux machines à un train; la machine placée en tête règle la marche du train, dont la vitesse ne doit jamais dépasser dix kilomètres à l'heure (10 kilom.), dans le cas d'un double attelage.

ART. 32.

Machines. Personnel des trains.

Chaque achine à feu est conduite par un mécanicien et un chauffeur.

Il ne peut être employé que des mécaniciens agréés par le préfet, sur le rapport du service du contrôle.

Le chauffeur doit être capable d'arrêter la machine en cas de besoin.

Chaque train est accompagné, en outre, du nombre de conducteurs gardes-freins qui sera jugé nécessaire; il y a d'ailleurs, en tous cas, sur la dernière voiture, un conducteur qui est mis en communication avec le mécanicien.

Lorsqu'il y a plusieurs conducteurs dans un train, l'un d'eux doit avoir autorité sur les autres.

Avant le départ du train, le mécanicien s'assure si toutes les parties de la locomotive sont en bon état et, particulièrement, si le frein fonctionne convenablement. Il ne doit mettre le train en marche que lorsque le conducteur chef du train a donné le signal du départ.

En marche, le mécanicien doit porter son attention sur l'état de

la voie, sur l'approche des voitures ordinaires ou des troupeaux, et ralentir ou même arrêter en cas d'obstacles, suivant les circonstances; il doit se conformer aux signaux qui lui sont faits par les gardiens et ouvriers de la voie.

Cet agent signale l'approche du train au moyen d'une trompe, d'une cloche, ou de tout autre instrument du même genre, à l'exclusion du sifflet à vapeur.

Dans les tramways à service de voyageurs, le mécanicien doit se trouver en communication, au moyen d'un signal d'arrêt, soit avec le receveur ou employé, soit avec les voyageurs.

Aucune personne autre que le mécanicien et le chauffeur ne peut monter sur la locomotive, à moins d'une permission spéciale et écrite du directeur de l'exploitation de la voie ferrée. Sont exceptés de cette interdiction les fonctionnaires chargés de la surveillance.

Art. 33.

Composition des trains. Marche des trains.

Le préfet détermine, sur la proposition du concessionnaire, le minimum et le maximum de la vitesse des convois de voyageurs et de marchandises sur les différentes sections de la ligne, ainsi que le tableau du service des trains.

La vitesse des trains, en marche, ne peut dépasser vingt kilomètres à l'heure (20 kilom.).

Cette vitesse doit d'ailleurs être diminuée dans la traversée des lieux habités, ou en cas d'encombrement de la route.

Le mouvement doit également être ralenti ou même arrêté toutes les fois que l'arrivée d'un train, effrayant les chevaux ou autres animaux, pourrait être la cause de désordres et occasionner des accidents.

Les trains ne peuvent stationner en dehors des gares que durant le temps strictement nécessaire pour les besoins du service.

Les locomotives ou les voitures isolées ne peuvent stationner sur les voies affectées à la circulation.

Il est expressément interdit d'effectuer le nettoyage des grilles sur la voie publique.

Art. 34.

Accidents.

Des machines dites de secours ou de réserve doivent être entretenues constamment en feu et prêtes à partir sur les lignes et aux points qui sont désignés par le préfet.

Il y a constamment au lieu de dépôt des machines une voiture chargée de tous les agrès et outils nécessaires en cas d'accident.

Chaque train doit d'ailleurs être muni des outils les plus indispensables.

Aux stations ou bureaux de contrôle et d'attente désignés par le préfet, le concessionnaire entretiendra les médicaments et moyens de secours nécessaires en cas d'accident.

TITRE III

POLICE ET SURVEILLANCE

Art. 35.

Des mesures concernant les personnes étrangères au service des voies ferrées.

Il est défendu à toute personne étrangère au service de la voie ferrée :

1° De déranger, altérer ou modifier, sous quelque prétexte que ce soit, la voie ferrée et les ouvrages qui en dépendent ;

2° De stationner sur la voie de fer ou d'y faire stationner des voitures ;

3° D'y laisser séjourner des chevaux, bestiaux ou animaux d'aucune sorte ;

4° D'y jeter ou déposer aucuns matériaux ni objets quelconques ;

5° D'emprunter les rails de la voie ferrée pour la circulation de voitures étrangères au service.

Tout conducteur de voitures doit, à l'approche d'un train ou d'une voiture appartenant au service de la voie ferrée, prendre en main les guides ou le cordeau de son équipage, de façon à se rendre maître de ses chevaux, dégager immédiatement la voie et s'en écarter de manière à livrer toute la largeur nécessaire au passage du matériel de la voie ferrée.

Tout conducteur de troupeau doit écarter les bestiaux de la voie ferrée à l'approche d'un train ou d'une voiture appartenant au service de cette voie.

Art. 36.

Des mesures concernant les voyageurs.

Il est défendu aux voyageurs :

1° D'entrer dans les voitures ou d'en sortir pendant la

marche et autrement que par la portière réservée à cet effet ;

2° De passer d'une voiture dans une autre, de se pencher au dehors, de stationner debout sur les impériales pendant la marche.

Il est interdit d'admettre dans les voitures plus de voyageurs que ne le comporte le nombre de places indiqué dans chaque compartiment.

L'entrée des voitures est interdite :

1° A toute personne en état d'ivresse ;

2° A tous individus porteurs d'armes à feu chargées ou de paquets qui, par leur nature, leur volume ou leur odeur, pourraient gêner ou incommoder les voyageurs. Tout individu porteur d'une arme à feu doit, avant son admission dans les voitures, faire constater que son arme n'est point chargée.

Aucun chien n'est admis dans les voitures servant au transport des voyageurs ; toutefois la Compagnie peut placer dans des compartiments spéciaux les voyageurs qui ne voudraient pas se séparer de leurs chiens, pourvu que ces animaux soient muselés, en quelque saison que ce soit.

Art. 37.

Expédition de matières dangereuses.

Les personnes qui veulent expédier des marchandises considérées comme pouvant être une cause d'explosion ou d'incendie, d'après la classification du décret du 12 août 1874, doivent en faire la déclaration formelle au moment où elles les livrent au service de la voie ferrée.

Les expéditeurs doivent se conformer, en ce qui concerne l'emballage et les marques des colis dangereux, aux prescriptions du décret précité.

Art. 38.

Affichage du service des voies ferrées.

Des affiches placées dans les stations et dans les bureaux d'attente et de contrôle font connaître au public les heures de départ des convois ordinaires, les stations qu'ils doivent desservir, les heures auxquelles ils doivent arriver à ces stations et en partir.

Si l'exploitation de la ligne comporte des arrêts en pleine voie, afin de prendre ou de laisser soit des voyageurs, soit des marchandises, ces affiches font connaître cette circonstance en n'annonçant dans ce cas que les heures de départ des gares extrêmes.

ART. 39.

Contrôle et surveillance de l'exploitation.

Le préfet nomme les agents chargés du contrôle et de la surveillance prévus par l'article 21 de la loi du 11 juin 1880.

Ces agents ont notamment pour mission :

1° En ce qui concerne l'exploitation commerciale :

De surveiller le mode d'application des tarifs approuvés et l'exécution des mesures prescrites pour la réception et l'enregistrement des colis, leur transport et leur remise aux destinataires;

De veiller à l'exécution des mesures prescrites pour que le service des transports ne soit pas interrompu aux points extrêmes de lignes en communication l'une avec l'autre ;

De vérifier les conditions des traités qui seraient passés par les Compagnies avec les entreprises de transport par terre ou par eau en correspondance avec la voie ferrée, et de signaler toutes les infractions au principe de l'égalité des taxes;

De constater le mouvement de la circulation des voyageurs et des marchandises, les dépenses d'entretien et d'exploitation, et les recettes;

2° En ce qui concerne l'exploitation technique:

De vérifier l'état de la voie de fer, des terrassements, des ouvrages d'art et du matériel roulant, et de veiller à l'exécution des règlements relatifs à la police et à la sûreté de la circulation;

3° En ce qui concerne la police :

De surveiller la composition, le départ, l'arrivée, la marche et le stationnement des trains, l'observation des règlements de police, tant par le public que par le concessionnaire, sur les voies publiques empruntées par la voie ferrée, l'entrée, le stationnement et la circulation des voitures dans les cours et stations, l'admission du public dans les gares et sur les quais de la voie ferrée.

Les concessionnaires sont tenus de fournir des locaux convenables aux agents du contrôle spécialement désignés par le préfet. Ils sont aussi tenus de présenter aux agents du contrôle, à toute réquisition, les registres de dépenses et de recettes relatifs à l'exploitation commerciale, ainsi que les registres de réception et d'expédition des colis.

Toutes les fois qu'il arrive un accident sur la voie ferrée, il en est fait immédiatement déclaration, par le chef de train, à l'agent du contrôle dont le poste est le plus voisin. Le préfet et le chef du contrôle en sont immédiatement informés par les soins du concessionnaire.

Outre la surveillance ordinaire, le préfet délègue, aussi souvent qu'il le juge utile, un ou plusieurs commissaires à l'effet de reconnaître et de constater l'état de la voie ferrée, de ses dépendances et de son matériel, et à l'effet d'exercer une surveillance spéciale sur tout ce qui ne rentre pas dans les attributions des agents du contrôle.

Art. 40.

Règlements de police et d'exploitation.

Le concessionnaire est tenu, ainsi que le public, de se conformer aux prescriptions des arrêtés qui sont pris par les préfets pour l'exécution des dispositions qui précèdent.

Toutes les dépenses qu'entraîne l'exécution de ces prescriptions sont à la charge du concessionnaire.

Le concessionnaire est tenu de soumettre à l'approbation du préfet les règlements de service intérieur relatifs à l'exploitation de la voie ferrée.

Les règlements dont il s'agit sont obligatoires non seulement pour le concessionnaire, mais encore pour tous ceux qui obtiendront ultérieurement l'autorisation d'établir des lignes ferrées d'embranchement ou de prolongement, et en général pour toutes les personnes qui emprunteront l'usage du chemin de fer.

Art. 41.

Interruption de l'exploitation.

Si l'exploitation de la voie ferrée vient à être interrompue en totalité ou en partie, si le mauvais état de la voie ou du matériel roulant compromet la sécurité du public, si le mauvais entretien de la partie de la route dont le concessionnaire doit prendre soin compromet la sécurité publique, le préfet prend immédiatement, aux frais et risques du concessionnaire, les mesures nécessaires afin d'assurer provisoirement le service.

Si, dans les trois mois de l'organisation d'un service provisoire, le concessionnaire n'a pas valablement justifié qu'il est en état de reprendre et de continuer l'exploitation, et s'il ne l'a pas effectivement reprise, la déchéance peut être prononcée par le Ministre des travaux publics, sauf recours au Conseil d'État par la voie contentieuse.

Il est pourvu tant à la continuation et à l'achèvement des travaux qu'à l'exécution des autres engagements contractés par le concessionnaire au moyen d'une adjudication qui sera ouverte sur une mise à prix des ouvrages exécutés, des matériaux approvisionnés et des parties de la voie ferrée déjà livrées à l'exploitation.

Nul ne sera admis à concourir à cette adjudication s'il n'a été préalablement agréé par le préfet.

A cet effet, les personnes qui voudraient concourir seront tenues de déclarer, dans le délai qui sera fixé, leur intention par un écrit déposé à la préfecture et accompagné des pièces propres à justifier des ressources nécessaires pour remplir les engagements à contracter.

Ces pièces seront examinées par le préfet en conseil de préfecture. Chaque soumissionnaire sera informé de la décision prise en ce qui le concerne, et, s'il y a lieu, du jour de l'adjudication.

Les personnes qui auront été admises à concourir devront faire, soit à la Caisse des dépôts et consignations, soit à la caisse du trésorier-payeur général du département, le dépôt de garantie, qui devra être égal au moins au trentième de la dépense à faire par le concessionnaire.

L'adjudication aura lieu suivant les formes indiquées aux articles 11, 12, 13, 15 et 16 de l'ordonnance royale du 10 mai 1829.

Les soumissions ne pourront pas être inférieures à la mise à prix.

L'adjudicataire sera substitué aux charges et aux droits du concessionnaire évincé ; il recevra notamment les subventions de toute nature à échoir aux termes de l'acte de concession ; le concessionnaire évincé recevra de lui le prix que la nouvelle adjudication aura fixé.

La partie du cautionnement qui n'aura pas encore été restituée deviendra la propriété de l'autorité qui a fait la concession.

Si l'adjudication ouverte n'amène aucun résultat, une seconde adjudication sera tentée sur les mêmes bases après un délai de trois mois ; si cette seconde tentative reste également sans résultat, le concessionnaire sera définitivement déchu de tous droits, et alors les ouvrages exécutés, les matériaux approvisionnés et les parties de voie ferrée déjà livrées à l'exploitation appartiendront à l'autorité qui a fait la concession.

TITRE IV

DISPOSITIONS DIVERSES

Art. 42.

Construction de nouvelles voies de communication.

Dans le cas où le Gouvernement ordonne ou autorise la construction de routes nationales, départementales ou vicinales, de chemins de fer ou de canaux qui traversent une ligne concédée, le concessionnaire ne peut s'opposer à ces travaux ; mais toutes les dispositions nécessaires sont prises pour qu'il n'en résulte aucun obstacle à la construction ou au service de la voie ferrée, ni aucuns frais pour le concessionnaire.

Art. 43.

Concessions ultérieures de nouvelles lignes.

Toute exécution ou autorisation ultérieure de route, de canal, de chemin de fer, de travaux de navigation dans la contrée où est située une voie ferrée qui a fait l'objet d'une concession, ou dans toute autre contrée voisine ou éloignée, ne peut donner ouverture à aucune demande d'indemnité de la part du concessionnaire.

Art. 44.

Retrait d'autorisation.

L'autorisation d'établir ou de maintenir une voie ferrée sur le sol des voies publiques peut être retirée à toute époque, en totalité ou en partie, dans les formes suivies pour la concession, lorsque la nécessité en a été reconnue dans l'intérêt public par le Gouvernement, après une enquête ; le tout sous réserve de l'application des articles 6 et 11 de la loi du 11 juin 1880.

Art. 45.

Réserves sous lesquelles le concessionnaire est admis à emprunter le sol des voies publiques.

Le concessionnaire n'est admis à réclamer aucune indemnité :

Ni à raison des dommages que le roulage ordinaire pourrait occasionner aux ouvrages de la voie ferrée ;

Ni à raison de l'état de la chaussée et des conséquences qui pourraient en résulter pour l'état et l'entretien de la voie ;
Ni enfin pour une cause quelconque résultant de l'usage de la voie publique.
Les indemnités dues à des tiers pour des dommages pouvant résulter de la construction ou de l'exploitation de la voie ferrée sont entièrement à la charge du concessionnaire.

Art. 46.

En cas d'interruption de la voie ferrée par suite de travaux exécutés sur la voie publique, le concessionnaire peut être tenu de rétablir provisoirement les communications, soit en déplaçant momentanément ses voies, soit en employant pour la traversée de l'obstacle des voitures ordinaires qui puissent le tourner en suivant d'autres lignes.

Art. 47.

Concessions de voies de fer d'embranchement et de prolongement.

Le Gouvernement, le département et les communes ont le droit de concéder de nouvelles voies de fer s'embranchant sur une voie ferrée déjà concédée, ou à établir en prolongement de la même voie.
Le concessionnaire de la ligne principale ne peut s'opposer à l'exécution de ces embranchements, ni réclamer, à l'occasion de leur établissement, une indemnité quelconque, pourvu qu'il n'en résulte aucun obstacle à la circulation ni aucuns frais particuliers pour son entreprise.
Les concessionnaires des voies de fer d'embranchement ou de prolongement ont la faculté, moyennant l'observation du paragraphe 1er de l'article 20 du précédent règlement, et des règlements de police et de service qui régissent la ligne principale, et moyennant les tarifs du cahier des charges de cette dernière ligne, de faire circuler leurs voitures, wagons et machines sur la ligne principale. Cette faculté est réciproque à l'égard desdits embranchements et prolongements.
Dans le cas où les divers concessionnaires ne peuvent s'entendre sur l'exercice de cette faculté, le Ministre des travaux publics statue sur les difficultés qui s'élèvent entre eux à cet égard.
Le concessionnaire d'une voie ferrée ne peut toutefois être tenu d'admettre sur ses rails un matériel dont le poids serait hors de proportion avec les éléments constitutifs de ses voies.

Dans le cas où un concessionnaire d'embranchement ou de prolongement joignant la ligne principale n'use pas de la faculté de circuler sur cette ligne, comme aussi dans le cas où le concessionnaire de cette dernière ligne ne veut pas circuler sur les prolongements et embranchements, ces concessionnaires sont tenus de s'arranger entre eux de manière que le service de transport ne soit jamais interrompu aux points de jonctions des diverses lignes.

Celui des concessionnaires qui se sert d'un matériel qui n'est pas sa propriété paye une indemnité en rapport avec l'usage et la détérioration de ce matériel. Dans le cas où les concessionnaires ne se mettent pas d'accord sur la quotité de l'indemnité ou sur les moyens d'assurer la continuation du service sur toutes les lignes, l'Administration y pourvoit d'office et prescrit toutes les mesures nécessaires.

Gares communes

Le concessionnaire est tenu, si l'autorité compétente le juge convenable, de partager l'usage des stations établies à l'origine des voies de fer d'embranchement avec les Compagnies qui deviendraient concessionnaires desdits embranchements.

Il est fait un partage équitable des frais résultant de l'usage commun desdites gares, et les sommes à payer par les Compagnies nouvelles sont, en cas de dissentiment, réglées par voie d'arbitrage.

En cas de désaccord sur le principe ou l'exercice de l'usage commun des gares, il est statué par le Ministre des travaux publics, les concessionnaires entendus.

ART. 48.

Embranchements industriels.

Le concessionnaire de toute voie ferrée affectée au transport des marchandises est tenu de s'entendre avec tout propriétaire de carrières, de mines ou d'usines qui, offrant de se soumettre aux conditions prescrites ci-après, demande un embranchement ; à défaut d'accord, le préfet statue sur la demande, le concessionnaire entendu.

Les embranchements sont construits aux frais des propriétaires de carrières, de mines et d'usines, et de manière qu'il ne résulte de leur établissement aucune entrave à la circulation générale, aucune cause d'avarie pour le matériel, ni aucuns frais particuliers pour le service de la ligne principale.

Leur entretien est fait avec soin, aux frais de leurs propriétaires, et sous le contrôle du préfet. Le concessionnaire a le

droit de faire surveiller par ses agents cet entretien, ainsi que l'emploi de son matériel sur les embranchements.

Le préfet peut, à toute époque, prescrire les modifications qui sont jugées utiles dans la soudure, le tracé ou l'établissement de la voie desdits embranchements, et les changements sont opérés aux frais des propriétaires.

Le préfet peut même, après avoir entendu les propriétaires, ordonner l'enlèvement temporaire des aiguilles de soudure, dans le cas où les établissements embranchés viendraient à suspendre en tout ou en partie leurs transports.

Le concessionnaire est tenu d'envoyer ses wagons sur tous les embranchements autorisés destinés à faire communiquer des établissements de carrières, de mines ou d'usines avec la ligne principale.

Le concessionnaire amène ses wagons à l'entrée des embranchements.

Les expéditeurs ou destinataires font conduire les wagons dans leurs établissements pour les charger ou décharger, et les ramènent au point de jonction avec la ligne principale, le tout à leurs frais.

Les wagons ne peuvent d'ailleurs être employés qu'au transport d'objets et marchandises destinés à la ligne principale.

Le temps pendant lequel les wagons séjournent sur les embranchements particuliers ne peut excéder six heures lorsque l'embranchement n'a pas plus d'un kilomètre. Ce temps est augmenté d'une demi-heure par kilomètre en sus du premier, non compris les heures de la nuit, depuis le coucher jusqu'au lever du soleil.

Dans le cas où les limites de temps sont dépassées nonobstant l'avertissement spécial donné par le concessionnaire, il peut exiger une indemnité égale à la valeur du droit de loyer des wagons, pour chaque période de retard après l'avertissement.

S'il est jugé nécessaire par le préfet, statuant sur l'avis du service du contrôle, d'établir un gardien aux aiguilles d'un embranchement industriel, le traitement de cet agent est à la charge du propriétaire de l'embranchement ; mais il est nommé et payé par le concessionnaire.

En cas de difficulté, il est statué par l'Administration, le concessionnaire entendu.

Les propriétaires d'embranchements sont responsables des avaries que le matériel peut éprouver pendant son parcours ou son séjour sur ces lignes.

Dans le cas d'inexécution d'une ou de plusieurs des conditions énoncées ci-dessus, le préfet peut, sur la plainte du

concessionnaire et après avoir entendu le propriétaire de l'embranchement, ordonner par un arrêté la suspension du service et faire supprimer la soudure, sauf recours à l'Administration supérieure, et sans préjudice de tous dommages-intérêts que le concessionnaire serait en droit de répéter pour la non-exécution de ces conditions.

Le concessionnaire est indemnisé de la fourniture et de l'envoi de son matériel sur les embranchements par la perception du tarif qui est fixé par son cahier des charges pour chaque kilomètre parcouru.

Tout kilomètre entamé est payé comme s'il avait été parcouru en entier.

Le chargement et le déchargement sur les embranchements s'opèrent aux frais des expéditeurs ou destinataires, soit qu'ils les fassent eux-mêmes, soit que la Compagnie du tramway consente à les opérer.

Dans ce dernier cas, ces frais sont l'objet d'un règlement arrêté par le préfet, sur la proposition du concessionnaire.

Tout wagon envoyé par le concessionnaire sur un embranchement doit être payé comme wagon complet, lors même qu'il ne serait pas complètement chargé.

La surcharge, s'il y en a, est payée au prix du tarif légal et au prorata du poids réel. Le concessionnaire est en droit de refuser les chargements qui dépasseraient le maximum déterminé par son cahier des charges.

Ce maximum sera revisé par le préfet de manière à être toujours en rapport avec la capacité des wagons.

Les wagons sont pesés à la station d'arrivée par les soins et aux frais du concessionnaire.

Art. 49.

Contribution foncière.

La contribution foncière pour les dépendances situées en dehors de l'assiette des routes, chemins et autres voies publiques, est établie en raison de la surface occupée par ces dépendances ; la cote en est calculée comme pour les canaux, conformément à la loi du 25 avril 1803.

Les bâtiments et magasins dépendant de l'exploitation de la voie ferrée sont assimilés aux propriétés bâties de la localité. Toutes les contributions auxquelles ces édifices peuvent être soumis sont, aussi bien que la contribution foncière, à la charge du concessionnaire.

ART. 50.

Agents du concessionnaire.

Les agents et gardes que le concessionnaire établit, soit pour la perception des droits, soit pour la surveillance et la police de la voie de fer et de ses dépendances, peuvent être assermentés, et sont, dans ce cas, assimilés aux gardes champêtres. Ces agents sont revêtus d'un uniforme ou sont porteurs d'un signe distinctif.

ART. 51.

Comptes rendus statistiques annuels et trimestriels.

Tout concessionnaire doit adresser chaque année au préfet des états statistiques conformes aux modèles qui seront arrêtés par le Ministre des travaux publics et qui comprennent les renseignements relatifs à l'année entière (du 1er janvier au 31 décembre).

Cet envoi est fait le 15 avril de chaque année au plus tard. Les renseignements fournis par le concessionnaire peuvent être publiés.

Indépendamment de ces états annuels, le compte rendu des résultats de l'exploitation, comprenant les dépenses d'établissement et d'exploitation et les recettes brutes, est remis au préfet dans le mois qui suit l'expiration de chaque trimestre. Ce compte rendu est dressé en trois expéditions, destinées au préfet, au représentant de l'autorité qui a donné la concession, et au Ministre des travaux publics; il est publié, au moins par extraits, dans le *Journal officiel*, conformément aux prescriptions de l'article 19 de la loi du 11 juin 1880.

ART. 52.

Frais de contrôle.

Les frais de visite, de surveillance et de réception des travaux et les frais de contrôle de l'exploitation sont supportés par le concessionnaire.

Afin de pourvoir à ces frais, le concessionnaire est tenu de verser chaque année, à la caisse centrale du trésorier-payeur général du département, la somme qui est fixée dans le cahier des charges de la concession par chaque kilomètre de voie ferrée concédé.

Si le concessionnaire ne verse pas la somme ci-dessus réglée aux époques fixées, le préfet rend un rôle exécutoire, et le montant en est recouvré comme en matière de contributions publiques.

Art. 53.

Registre des réclamations.

Il est tenu dans chaque station et dans chaque bureau d'attente un registre coté et paraphé par le maire de la commune, lequel est destiné à recevoir les réclamations des personnes (voyageurs ou autres) qui auraient des plaintes à former, soit contre le concessionnaire, soit contre ses agents.

Ce registre est présenté à toute réquisition du public; il est visé par les agents du service du contrôle et de surveillance administrative.

Art. 54.

Propositions du concessionnaire.

Dans tous les cas où, conformément aux dispositions du présent règlement, le préfet doit statuer sur la proposition d'un concessionnaire, celui-ci est tenu de lui soumettre cette proposition dans le délai qui a été déterminé, faute de quoi le préfet peut statuer directement.

Si le préfet pense qu'il y a lieu de modifier la proposition du concessionnaire, il doit, sauf le cas d'urgence, entendre celui-ci avant de prescrire les modifications dont il s'agit.

Art. 55.

Affichage et publication du présent règlement.

Des exemplaires du présent règlement, ainsi que des articles de l'ordonnance royale du 15 novembre 1846, du décret du 30 avril 1880 et du décret d 12 août 1874, auxquels il se réfère, sont constamment affichés, à la diligence du concessionnaire, aux abords des bureaux des voies ferrées qui empruntent le sol des voies publiques, ainsi que dans les salles d'attente.

Le conducteur ou receveur de toute voiture, le conducteur principal de tout train en marche sont munis d'un exemplaire du règlement. Des extraits sont délivrés, chacun pour ce qui le concerne, aux cochers, receveurs, mécaniciens, chauffeurs, gardes-freins et autres agents employés sur la voie ferrée.

Des extraits, en ce qui concerne les règles à observer par les voyageurs pendant le trajet, sont placés dans chaque caisse de voiture.

Art. 56.

Constatation et poursuite des contraventions.

Sont constatées, poursuivies et réprimées conformément aux dispositions de la loi du 15 juillet 1845, qui ont été rendues

applicables aux tramways par l'article 37 de la loi du 11 juin 1880, les contraventions au présent règlement, aux décisions ministérielles et aux arrêtés pris par les préfets pour l'exécution de ce règlement.

ART. 57.

Les dispositions du présent règlement sont applicables aux chemins de fer d'intérêt local sur les sections où ces chemins de fer empruntent le sol des voies publiques, sans préjudice de l'application de l'ordonnance du 15 novembre 1846.

ART. 58.

Exécution du présent règlement.

Le Ministre des travaux publics est chargé de l'exécution du présent décret, qui sera inséré au *Bulletin des lois* et au *Journal officiel*.

Fait à Paris, le 6 août 1881.

JULES GRÉVY.

Par le Président de la République

Le Ministre des travaux publics,

SADI CARNOT.

CAHIER DES CHARGES TYPE

POUR LA CONCESSION

DES CHEMINS DE FER D'INTÉRÊT LOCAL

DÉCRET

Le Président de la République française,

Sur le rapport du Ministre des travaux publics;

Vu l'article 2 de la loi du 11 juin 1880, aux termes duquel le conseil général arrête la direction des chemins de fer d'intérêt local, le mode et les conditions de leur construction, ainsi que les traités et les dispositions nécessaires pour en assurer l'exploitation, en se conformant aux clauses et conditions du cahier des charges type approuvé par le Conseil d'Etat, sauf les modifications qui seront apportées par la convention et la loi d'approbation;

Vu l'instruction à laquelle a donné lieu la préparation du cahier des charges type prévu par la loi susvisée;

Le Conseil d'État entendu,

Décrète :

Article premier.

Est approuvé le cahier des charges type ci-annexé, dressé en exécution de l'article 2 de la loi du 11 juin 1880, pour la concession des chemins de fer d'intérêt local.

Art. 2.

Le Ministre des travaux publics est chargé de l'exécution du présent décret.

Fait à Paris, le 6 août 1881.

Jules GRÉVY.

Par le Président de la République :

Le Ministre des travaux publics,

SADI CARNOT.

CAHIER DES CHARGES TYPE[1]

TITRE PREMIER

TRACÉ ET CONSTRUCTION

ARTICLE PREMIER.

Tracé.

Le chemin de fer d'intérêt local qui fait l'objet du présent cahier des charges partira de
passera à ou près

ART. 2.

Délais d'exécution.

Les travaux devront être commencés dans un délai de......, à partir de la loi déclarative d'utilité publique. Ils seront poursuivis de telle façon que la *section de* *à*
soit livrée à l'exploitation le *la section de*
à *le*
et la ligne entière le

ART. 3.

Approbation des projets.

Aucun travail ne pourra être entrepris pour l'établissement du chemin de fer et de ses dépendances sans que les projets en aient été approuvés, conformément à l'article 3 de la loi du 11 juin 1880, pour les projets d'ensemble, par le *conseil général,* et, pour les projets de détail des ouvrages, par le préfet,

(1) La présente formule type est rédigée dans l'hypothèse d'une concession conférée par un *département*. Ce mot sera modifié partout où il est imprimé *en italique* dans le cas où la concession émanerait d'une *commune*. (Articles 1 et 2 de la loi du 11 juin 1880.) On a aussi imprimé *en italique* les autres mots et chiffres qui peuvent être modifiés suivant les circonstances.

Si les travaux de la double voie requise ne sont pas commencés et poursuivis dans les délais prescrits par la décision qui les a ordonnés, l'Administration pourra mettre le chemin de fer tout entier sous séquestre et exécuter elle-même les travaux.

Les terrains acquis pour l'établissement du chemin de fer ne pourront pas recevoir une autre destination.

ART. 7.

Largeur de la voie. Gabarit du matériel roulant.

La largeur de la voie entre les bords intérieurs des rails devra être de (1)

La largeur des locomotives et des caisses des véhicules ainsi que de leur chargement ne dépassera pas (2)............ et la largeur du matériel roulant, y compris toutes saillies, notamment celle des marchepieds latéraux, restera inférieure à (3)... ....; la hauteur du matériel roulant au-dessus des rails sera au plus de (4)...............

Dans les parties à deux voies, la largeur de l'entrevoie, mesurée entre les bords extérieurs des rails, sera de (5).

La largeur des accotements, c'est-à-dire des parties comprises de chaque côté entre le bord extérieur du rail et l'arête supérieure du ballast, sera de (6).

L'épaisseur de la couche de ballast sera d'au moins trente-cinq centimètres ($0^m,35$), et l'on ménagera, au pied de chaque talus du ballast, une banquette de largeur telle que l'arête de

(1) 1 m. 44, 1 m. 00, ou 0 m. 75.

(2) Largeur à déterminer dans chaque cas particulier; toutefois on admettra pas plus de 2 m. 80 pour la voie de 1 m. 44, ni de 2 m. 50 pour la voie de 1 m. 00, ni de 1 m. 875 pour la voie de 0 m. 75.

(3) Largeur à déterminer dans chaque cas particulier; toutefois on n'admettra pas plus de 3 m. 10 pour la voie de 1 m. 44, ni de 2 m. 80 pour la voie de 1 m. 00, ni de 2 m. 175 pour la voie de 0 m. 75.
C'est cette dernière dimension, égale à la plus grande largeur du gabarit du matériel roulant, qui servira à déterminer la largeur de la plate-forme et des ouvrages d'art.

(4) 4 m. 20 pour la voie de 1 m. 44; hauteur à déterminer dans chaque cas particulier pour les autres voies.
Cette dimension servira à fixer l'élévation des ouvrages d'art qui seront établis au-dessus du chemin de fer.

(5) La largeur de l'entrevoie sera telle qu'entre les parties les plus saillantes de deux véhicules qui se croisent il y ait un intervalle libre au moins cinquante centimètres (0 m. 50).

(6) Cette largeur sera calculée de façon que l'arête supérieure du ballast se trouve sur la verticale de la partie la plus saillante du matériel roulant.

cette banquette se trouve à quatre-vingt-dix centimètres (0m,90) au moins de la verticale de la partie la plus saillante du matériel roulant.

Le concessionnaire établira, le long du chemin de fer, les fossés ou rigoles qui seront jugés nécessaires pour l'assèchement de la voie et pour l'écoulement des eaux.

Les dimensions de ces fossés et rigoles seront déterminées par le préfet, suivant les circonstances locales, sur les propositions du concessionnaire.

ART. 8.

Alignements et courbes. Pentes et rampes.

Les alignements seront raccordés entre eux par des courbes dont le rayon ne pourra être inférieur à (1)

Une partie droite de (2)
au moins de longueur devra être ménagée entre deux courbes consécutives, lorsqu'elles seront dirigées en sens contraires.

Le maximum des déclivités est fixé à (3) millièmes.

Une partie horizontale de (4) mètres au moins devra être ménagée entre deux déclivités consécutives de sens contraires.

Les déclivités correspondant aux courbes de faible rayon devront être réduites autant que faire se pourra.

Le concessionnaire aura la faculté, dans des cas exceptionnels, de proposer aux dispositions du présent article les modifications qui lui paraîtraient utiles, mais ces modifications ne pourront être exécutées que moyennant l'approbation préalable du préfet.

ART. 9.

Gares et stations.

Le nombre et l'emplacement des stations ou haltes de voyageurs et des gares de marchandises seront arrêtés par le *conseil général,* sur les propositions du concessionnaire, après une enquête spéciale.

(1) En général, et à moins de circonstances exceptionnelles dont il devra être justifié. 250 mètres pour les chemins à voie de 1 m. 44, 100 mètres pour les chemins à voie de 1 m. 00 et 50 mètres pour les chemins à voie de 0 m. 75.

(2) En général, 60 mètres pour la voie de 1 m. 44, et 40 mètres pour les voies de 1 m. 00 et de 0 m. 75.

(3) En général, et à moins de circonstances exceptionnelles dont il devra être justifié, 30 millièmes.

(4) En général, 60 mètres pour la voie de 1 m. 44, et 40 mètres pour les voies de 1 m. 00 et de 0 m. 75.

Art. 13.

Passages à niveau.

Dans le cas où des routes nationales ou départementales, ou des chemins vicinaux, ruraux ou particuliers, seraient traversés à leur niveau par le chemin de fer, les rails et contre-rails devront être posés sans aucune saillie ni dépression sur la surface de ces routes, et de telle sorte qu'il n'en résulte aucune gêne pour la circulation des voitures.

Le croisement à niveau du chemin de fer et des routes ne pourra s'effectuer sous un angle inférieur à 45°, à moins d'une autorisation formelle de l'administration supérieure.

L'ouverture libre des passages à niveau sera d'au moins six mètres ($6^m,00$) pour les routes nationales et départementales et les chemins vicinaux de grande communication, et d'au moins quatre mètres ($4^m,00$) pour tous les autres chemins.

Le préfet déterminera, sur la proposition du concessionnaire, les types des barrières qu'il devra poser aux passages à niveau, ainsi que les abris ou maisons de gardes à établir. Il peut dispenser d'établir des maisons de gardes ou des abris, et même de poser des barrières au croisement des chemins peu fréquentés.

La déclivité des routes et chemins aux abords des passages à niveau sera réduite à vingt millièmes au plus sur dix mètres de longueur de part et d'autre de chaque passage.

Art. 14.

Rectification des routes.

Lorsqu'il y aura lieu de modifier l'emplacement ou le profil des routes existantes, l'inclinaison des pentes et rampes sur les routes modifiées ne pourra excéder trois centimètres ($0^m,03$) par mètre pour les routes nationales, de cinq centimètres ($0^m,05$) pour les routes départementales et les chemins vicinaux. Le préfet restera libre, toutefois, d'apprécier les circonstances qui pourraient motiver une dérogation à cette clause, en ce qui touche les routes départementales et les chemins vicinaux; le Ministre statuera en tout ce qui touche les routes nationales.

Art. 15.

Écoulement des eaux; débouché des ponts.

Le concessionnaire sera tenu de rétablir et d'assurer à ses frais, pendant la durée de sa concession, l'écoulement de toutes

les eaux dont le cours aurait été arrêté, suspendu ou modifié par ces travaux, et de prendre les mesures nécessaires pour prévenir l'insalubrité pouvant résulter des chambres d'emprunt.

Les viaducs à construire à la rencontre des rivières, des canaux et des cours d'eau quelconques auront au moins (1) de largeur entre les parapets sur les chemins à une voie, et (1) sur les chemins à deux voies, et ils présenteront en outre les garages nécessaires pour la sécurité des ouvriers de la voie. La hauteur des parapets ne pourra être inférieure à un mètre (1m,00).

La hauteur et le débouché du viaduc seront déterminés, dans chaque cas particulier, par l'Administration, suivant les circonstances locales.

Dans tous les cas où l'Administration le jugera utile, il pourra être accolé aux ponts établis par le concessionnaire pour le service du chemin de fer, une voie charretière ou une passerelle pour piétons. L'excédent de dépense qui en résultera sera supporté, suivant les cas, par l'État, le département ou les communes intéressées, d'après l'évaluation contradictoire qui sera faite par les ingénieurs ou les agents désignés par l'autorité compétente et par les ingénieurs de la Compagnie.

Art. 16.

Souterrains.

Les souterrains à établir pour le passage du chemin de fer auront au moins (2) de largeur entre les pieds-droits au niveau des rails, pour les chemins à une voie, et (2) de largeur pour les lignes ou sections à deux voies. Cette largeur règnera jusqu'à deux mètres (2m,00) au moins au-dessus du niveau du rail. Des garages seront établis à cinquante mètres (50m,00) de distance de chaque côté, et seront disposés en quinconce d'un côté à l'autre. La hauteur sous clef au-dessus de la surface des rails sera de (3). La distance verticale qui sera ménagée entre l'intrados et le dessus des rails, pour le passage des trains, dans une largeur égale à celle qui est occupée par les caisses des voitures, ne sera pas inférieure à (4). L'ouverture des puits d'aérage et de construction

(1) Même largeur qu'à l'article 11.

(2) Même largeur qu'à l'article 12.

(3) Cette hauteur sera égale à la hauteur maximum du gabarit du matériel roulant, augmentée d'un intervalle libre, nécessaire pour l'aérage, d'au moins un mètre vingt centimètres (1 m. 20) pour une ou pour deux voies.

(4) Même distance verticale qu'à l'article 12.

demeure en même temps soumis à toutes les obligations qui dérivent, pour l'Administration, de ces lois et règlements.

ART. 23.

Servitudes militaires.

Dans les limites de la zone frontière et dans le rayon de servitude des enceintes fortifiées, le concessionnaire sera tenu, pour l'étude et l'exécution de ses projets, de se soumettre à l'accomplissement de toutes les formalités et de toutes les conditions exigées par les lois, décrets et règlements concernant les travaux mixtes.

ART. 24.

Mines.

Si la ligne du chemin de fer traverse un sol déjà concédé pour l'exploitation d'une mine, les travaux de consolidation à faire dans l'intérieur de la mine qui pourraient être imposés par le Ministre des travaux publics, ainsi que les dommages résultant de cette traversée pour les concessionnaires de la mine, seront à la charge du concessionnaire.

ART. 25.

Carrières.

Si le chemin de fer doit s'étendre sur des terrains renfermant des carrières ou les traverser souterrainement, il ne pourra être livré à la circulation avant que les excavations qui pourraient en compromettre la solidité aient été remblayées ou consolidées. Les travaux que le Ministre des travaux publics pourrait ordonner à cet effet seront exécutés par les soins et aux frais du concessionnaire.

ART. 26.

Contrôle et surveillance des travaux.

Les travaux seront soumis au contrôle et à la surveillance du préfet, sous l'autorité du Ministre des travaux publics.

Ils seront conduits de manière à nuire le moins possible à la liberté et à la sûreté de la circulation. Les chantiers ouverts sur le sol des voies publiques seront éclairés et gardés pendant la nuit.

Les travaux devront être adjugés par lots et sur série de prix, soit avec publicité et concurrence, soit sur soumissions cachetées entre entrepreneurs agréés à l'avance ; toutefois, si le conseil d'administration juge convenable, pour une entreprise ou une fourniture déterminée, de procéder par voie de régie ou de

traité direct, il devra obtenir de l'assemblée générale des actionnaires la sanction soit de la régie, soit du traité.

Tout marché à forfait, avec ou sans série de prix, passé avec un entrepreneur, soit pour l'ensemble du chemin de fer, soit pour l'exécution des terrassements ou ouvrages d'art, soit pour la construction d'une ou plusieurs sections du chemin, est, dans tous les cas, formellement interdit.

Le contrôle et la surveillance du préfet auront pour objet d'empêcher le concessionnaire de s'écarter des dispositions prescrites par le présent cahier des charges et de celles qui résulteront des projets approuvés.

Art. 27.

Réception des travaux.

A mesure que les travaux seront terminés sur des parties de chemins de fer susceptibles d'être livrées utilement à la circulation, il sera procédé à la reconnaissance et, s'il y a lieu, à la réception provisoire de ces travaux par un ou plusieurs commissaires que le préfet désignera.

Sur le vu du procès-verbal de cette reconnaissance, le préfet autorisera, s'il y a lieu, la mise en exploitation des parties dont il s'agit ; après cette autorisation, le concessionnaire pourra mettre lesdites parties en service et y percevoir les taxes ci-après déterminées. Toutefois ces réceptions partielles ne deviendront définitives que par la réception générale et définitive du chemin de fer, laquelle sera faite dans la même forme que les réceptions partielles.

Art. 28.

Bornage et plan cadastral.

Immédiatement après l'achèvement des travaux et au plus tard six mois après la mise en exploitation de la ligne ou de chaque section, le concessionnaire fera faire à ses frais un bornage contradictoire avec chaque propriétaire riverain, en présence d'un représentant du département, ainsi qu'un plan cadastral du chemin de fer et de ses dépendances. Il fera dresser également à ses frais, et contradictoirement avec les agents désignés par le préfet, un état descriptif de tous les ouvrages d'art qui auront été exécutés, ledit état accompagné d'un atlas contenant les dessins cotés de tous les ouvrages.

Une expédition dûment certifiée des procès-verbaux de bornage, du plan cadastral, de l'état descriptif et de l'atlas sera dressée aux frais du concessionnaire et déposée dans les archives de la préfecture.

Les terrains acquis par le concessionnaire postérieurement au bornage général, en vue de satisfaire aux besoins de l'exploitation, et qui, par cela même, deviendront partie intégrante du chemin de fer, donneront lieu, au fur et à mesure de leur acquisition, à des bornages supplémentaires, et seront ajoutés sur le plan cadastral ; addition sera également faite sur l'atlas de tous les ouvrages d'art exécutés postérieurement à sa rédaction.

TITRE II

ENTRETIEN ET EXPLOITATION

Art. 29.

Entretien.

Le chemin de fer et toutes ses dépendances seront constamment entretenus en bon état, de manière que la circulation y soit toujours facile et sûre.

Les frais d'entretien et ceux auxquels donneront lieu les réparations ordinaires et extraordinaires seront entièrement à la charge du concessionnaire.

Si le chemin de fer, une fois achevé, n'est pas constamment entretenu en bon état, il y sera pourvu d'office à la diligence du préfet et aux frais du concessionnaire, sans préjudice, s'il y a lieu, de l'application des dispositions indiquées ci-après dans l'article 39.

Le montant des avances faites sera recouvré au moyen de rôles que le préfet rendra exécutoires.

Art. 30.

Gardiens.

Le concessionnaire sera tenu d'établir à ses frais, partout où la nécessité en aura été reconnue par le préfet, des gardiens en nombre suffisant pour assurer la sécurité du passage des trains sur la voie et celle de la circulation sur les points où le chemin de fer traverse à niveau des routes ou chemins publics.

Art. 31.

Matériel roulant.

Le matériel roulant qui sera mis en circulation sur le chemin de fer concédé devra passer librement dans le gabarit, dont les

dimensions sont définies par le deuxième paragraphe de l'article 7.

Les machines locomotives seront construites sur les meilleurs modèles ; elles devront consumer leur fumée et satisfaire d'ailleurs à toutes les conditions prescrites ou à prescrire par l'Administration pour la mise en service de ce genre de machines.

Les voitures de voyageurs devront également être faites d'après les meilleurs modèles et satisfaire à toutes les conditions réglées ou à régler pour les voitures servant au transport des voyageurs sur les chemins de fer. Elles seront suspendues sur ressort, et pourront être à deux étages.

L'étage inférieur sera complètement couvert, garni de banquettes avec dossiers, fermé à glaces, muni de rideaux et éclairé pendant la nuit; l'étage supérieur sera couvert et garni de banquettes avec dossiers; on y accédera au moyen d'escaliers qui seront accompagnés, ainsi que les couloirs donnant accès aux places, de garde-corps solides d'au moins un mètre dix centimètres ($1^m,10$) de hauteur utile.

Les dossiers et les banquettes devront être inclinés et les dossiers seront élevés à la hauteur de le tête des voyageurs.

Il y aura des places de classes; on se conformera, pour la disposition particulière des places de chaque classe, aux prescriptions qui sont arrêtées par le préfet.

L'intérieur de chaque compartiment contiendra l'indication du nombre de places de ce compartiment.

Le préfet pourra exiger qu'un compartiment de chaque classe soit réservé, dans les trains de voyageurs, aux femmes voyageant seules.

Les voitures de voyageurs, les wagons destinés au transport des marchandises, des chaises de poste, des chevaux ou des bestiaux, les plates-formes, et, en général, toutes les parties du matériel roulant, seront de bonne et solide construction.

Le concessionnaire sera tenu, pour la mise en service de ce matériel, de se soumettre à tous les règlements sur la matière.

Le nombre des voitures à frein qui doivent entrer dans la composition des trains sera réglé par le préfet en rapport avec les déclivités de la ligne.

Les machines locomotives, tenders, voitures, wagons de toute espèce, plates-formes composant le matériel roulant, seront constamment tenus en bon état.

ART. 32.

Nombre minimum des trains.

Le nombre minimum des trains qui desserviront tous les jours la ligne entière dans chaque sens est fixé à

ART. 33.

Règlements de police et d'exploitation.

Le concessionnaire supportera les dépenses qu'entraînera l'exécution des ordonnances, décrets, décisions ministérielles et arrêtés préfectoraux rendus ou à rendre par application de la loi du 15 juillet 1845 et de celle du 11 juin 1880, au sujet de la police et de l'exploitation du chemin de fer.

Le concessionnaire sera tenu de soumettre à l'approbation du préfet les règlements de service intérieur relatifs à l'exploitation du chemin de fer.

Le préfet déterminera, sur la proposition du concessionnaire, le minimum et le maximum de la vitesse des convois de voyageurs et de marchandises sur les différentes sections de la ligne la durée du trajet et le tableau de la marche des trains.

TITRE III

DURÉE, RACHAT ET DÉCHÉANCE DE LA CONCESSION

ART. 34.

Durée de la concession.

La durée de la concession pour l ligne mentionnée à l'article 1er du présent cahier des charges commencera à courir de la date de la loi qui approuvera la concession. Celle-ci prendra fin le

ART. 35.

Expiration de la concession.

A l'époque fixée pour l'expiration de la concession, et par le seul fait de cette expiration, le *département* sera subrogé à tous les droits du concessionnaire sur le chemin de fer et ses dépendances, et il entrera immédiatement en jouissance de tous ses produits.

Le concessionnaire sera tenu de lui remettre en bon état

d'entretien le chemin de fer et tous les immeubles qui en dépendent, quelle qu'en soit l'origine, tels que les bâtiments des gares et stations, les remises, ateliers et dépôts, les maisons de garde, etc. Il en sera de même de tous les objets immobiliers dépendant également dudit chemin, tels que les barrières et clôtures, les voies, changements de voies, plaques tournantes, réservoirs d'eau, grues hydrauliques, machines fixes, etc.

Dans les cinq dernières années qui précéderont le terme de la concession, le *département* aura le droit de saisir les revenus du chemin de fer et de les employer à rétablir en bon état le chemin de fer et ses dépendances, si le concessionnaire ne se mettait pas en mesure de satisfaire pleinement et entièrement à cette obligation.

En ce qui concerne les objets mobiliers, tels que le matériel roulant, le mobilier des stations, l'outillage des ateliers et des gares, le *département* se réserve le droit de les reprendre en totalité ou pour telle partie qu'il jugera convenable, à dire d'experts, mais sans pouvoir y être contraint. La valeur des objets repris sera payée au concessionnaire dans les six mois qui suivront l'expiration de la concession et la remise du matériel au *département*.

Le *département* sera tenu, si le concessionnaire le requiert, de reprendre les matériaux, combustibles et approvisionnements de tout genre, sur l'estimation qui en sera faite à dire d'experts, et réciproquement, si le *département* le requiert, le concessionnaire sera tenu de céder ces approvisionnements de la même manière. Toutefois le *département* ne pourra être obligé de reprendre que les approvisionnements nécessaires à l'exploitation du chemin pendant six mois.

Art. 36.

Rachat de la concession.

Le *département* aura toujours le droit de racheter la concession.

Si le rachat a lieu avant l'expiration des *quinze* premières années de l'exploitation, il se fera conformément au paragraphe 3 de l'article 11 de la loi du 11 juin 1880. Ce terme de *quinze* ans sera compté à partir de la mise en exploitation effective de la ligne entière, ou au plus tard à partir de la fin du délai qui est fixé dans l'article 2 du présent cahier des charges, sans tenir compte des retards qui auraient eu lieu dans l'achèvement des travaux.

Si le rachat de la concession entière est demandé par le *département* après l'expiration des *quinze* premières années de l'exploitation, on réglera le prix du rachat en relevant les produits nets annuels obtenus par le concessionnaire pendant les *sept* années qui auront précédé celle où le rachat sera effectué,

et en y comprenant les annuités qui auront été payées à titre de subvention ; on en déduira les produits nets des deux plus faibles années, et l'on établira le produit net moyen des *cinq* autres années.

Ce produit net moyen formera le montant d'une annuité qui sera due et payée au concessionnaire pendant chacune des années restant à courir sur la durée de la concession.

Dans aucun cas, le montant de l'annuité ne sera inférieur au produit net de la dernière des *sept* années prises pour terme de comparaison.

Le concessionnaire recevra en outre, dans les *six* mois qui suivront le rachat, les remboursements auxquels il aurait droit à l'expiration de la concession, suivant les deux derniers paragraphes de l'article 35, la reprise de la totalité des objets mobiliers étant ici obligatoire dans tous les cas pour le *département*.

Le concessionnaire ne pourra élever aucune réclamation dans le cas où, le chemin concédé ayant été déclaré d'intérêt général, l'Etat sera substitué au *département* dans tous les droits que ce dernier tient de la loi du 11 juin 1880 et du présent cahier des charges.

Si l'Etat rachète la concession passé le terme de *quinze* années qui est fixé dans le paragraphe premier du présent article, le rachat sera opéré suivant les dispositions qui précèdent. Dans le cas où, au contraire, l'Etat déciderait de racheter la concession avant l'expiration de ce terme, l'indemnité qui pourra être due au concessionnaire sera liquidée par une commission spéciale, conformément au paragraphe 3 de l'article 11 de la loi du 11 juin 1880.

Art. 37.

Déchéance.

Si le concessionnaire n'a pas remis au préfet les projets définitifs ou s'il n'a pas commencé les travaux dans les délais fixés par les articles 2 et 3, il encourra la déchéance qui sera prononcée par le Ministre des travaux publics après une mise en demeure, sauf recours au Conseil d'Etat par la voie contentieuse.

Dans ces deux cas, la somme de
qui aura été déposée, ainsi qu'il sera dit à l'article 66, à titre de cautionnement, deviendra la propriété du *département* et lui restera acquise.

Art. 38.

Achèvement des travaux en cas de déchéance.

Faute par le concessionnaire d'avoir poursuivi et terminé les travaux dans les délais et conditions fixés par l'article 2,

faute aussi par lui d'avoir rempli les diverses obligations qui lui sont imposées par le présent cahier des charges, et dans le cas prévu par l'article 10 de la loi du 11 juin 1880, il encourra soit la perte partielle de son cautionnement, dans les conditions prévues par l'acte de concession, soit la perte totale de ce cautionnement, soit enfin la déchéance. Dans tous les cas, il sera statué sur la demande du *département*, après mise en demeure, par le Ministre des travaux publics, sauf recours au Conseil d'Etat par la voie contentieuse. Dans les deux premiers cas, le cautionnement sera reconstitué dans le mois de la décision ministérielle

Dans le cas de déchéance, il sera pourvu tant à la continuation et à l'achèvement des travaux qu'à l'exécution des autres engagements contractés par le concessionnaire, au moyen d'une adjudication que l'on ouvrira sur une mise à prix des ouvrages exécutés, des matériaux approvisionnés et des parties du chemin de fer déjà livrées à l'exploitation.

Nul ne sera admis à concourir à cette adjudication s'il n'a été préalablement agréé par le préfet.

A cet effet, les personnes qui voudraient concourir seront tenues de déclarer, dans le délai qui sera fixé, leur intention, par écrit déposé à la préfecture et accompagné des pièces propres à justifier des ressources nécessaires pour remplir les engagements à contracter.

Ces pièces seront examinées par le préfet en conseil de préfecture. Chaque soumissionnaire sera informé de la décision prise en ce qui le concerne, et, s'il y a lieu, du jour de l'adjudication.

Les personnes qui auront été admises à concourir devront faire, soit à la Caisse des dépôts et consignations, soit à la recette générale du département, le dépôt de garantie, qui devra être égal au moins au trentième de la dépense à faire par le concessionnaire.

L'adjudication aura lieu suivant les formes indiquées aux articles 11, 12, 13, 15 et 16 de l'ordonnance royale du 10 mai 1829.

Les soumissions ne pourront être inférieures à la mise à prix.

Le nouveau concessionnaire sera soumis aux clauses du présent cahier des charges et substitué au concessionnaire évincé pour recevoir les subventions de toute nature à échoir aux termes de l'acte de concession ; le concessionnaire évincé recevra de lui le prix que la nouvelle adjudication aura fixé.

La partie du cautionnement qui n'aura pas encore été restituée deviendra la propriété du *département*.

Si l'adjudication ouverte n'amène aucun résultat, une seconde adjudication sera tentée sur les mêmes bases, après un délai de trois mois. Cette fois, les soumissions pourront être inférieures à la mise à prix. Si cette seconde tentative

reste également sans résultats, le concessionnaire sera définitivement déchu de tous droits, et alors les ouvrages exécutés, les matériaux approvisionnés et les parties de chemin de fer déjà livrées à l'exploitation appartiendront au *département*.

ART. 39.

Interruption de l'exploitation.

Si l'exploitation du chemin de fer vient à être interrompue en totalité ou en partie, le préfet prendra immédiatement, aux frais et risques du concessionnaire, les mesures nécessaires pour assurer provisoirement le service.

Si, dans les trois mois de l'organisation du service provisoire, le concessionnaire n'a pas valablement justifié qu'il est en état de reprendre et de continuer l'exploitation et s'il ne l'a pas effectivement reprise, la déchéance pourra être prononcée par le Ministre des travaux publics. Cette déchéance prononcée, le chemin de fer et toutes ses dépendances seront mis en adjudication, et il sera procédé ainsi qu'il est dit à l'article précédent.

ART. 40.

Cas de force majeure.

Les dispositions des trois articles qui précèdent ne seraient pas applicables, et la déchéance ne serait pas encourue, dans le cas où le concessionnaire n'aurait pu remplir ses obligations par suite de circonstances de force majeure dûment constatées.

TITRE IV

TAXES ET CONDITIONS RELATIVES AU TRANSPORT DES VOYAGEURS ET DES MARCHANDISES

ART. 41.

Tarif des droits à percevoir.

Pour indemniser le concessionnaire des travaux et dépenses qu'il s'engage à faire par le présent cahier des charges, et sous la condition expresse qu'il en remplira exactement toutes les obligations, il est autorisé à percevoir, pendant toute la durée de la concession, les droits de péage et les prix de transport ci-après déterminés :

TARIF

1° PAR TÊTE ET PAR KILOMÈTRE

—

Grande vitesse.

		PRIX de PÉAGE (1)	PRIX de TRANSPORT (1)	TOTAUX (1)
Voyageurs..	Voitures couvertes, garnies et fermées à glaces (1re *classe*).......	0f067	0f033	0f10c
	Voitures couvertes, fermées à glaces, et à banquettes rembourrées (2e *classe*).......	0 050	0 025	0 075
	Voitures couvertes et fermées à vitres (3e *classe*)...............	0 037	0 018	0 055
Enfants.	Au-dessous de 3 ans, les enfants ne payent rien, à la condition d'être portés sur les genoux des personnes qui les accompagnent. De 3 à 7 ans, ils payent demi-place et ont droit à une place distincte; toutefois, dans un même compartiment, deux enfants ne pourront occuper que la place d'un voyageur. Au-dessus de 7 ans, ils payent place entière.			
Chiens transportés dans les trains de voyageurs........................ Sans que la perception puisse être inférieure à 0 fr. 30 c.		0 01	0 005	0 015
Petite vitesse.				
Bœufs, vaches, taureaux, chevaux, mulets, bêtes de trait.................		0 07	0 03	0 10

(1) Chiffres à fixer pour chaque concession; les chiffres inscrits ci-dessus sont présentés à titre de renseignement utile à consulter, mais ils pourront être modifiés selon les circonstances locales, ainsi que les autres dispositions ci-après.

	PRIX		
	de PÉAGE	de TRANSPORT	TOTAUX
Veaux et porcs......................	0f025	0f015	0f04
Moutons, brebis, agneaux, chèvres.....	0 01	0 01	0 02
Lorsque les animaux ci-dessus dénommés seront, sur la demande des expéditeurs, transportés à la vitesse des trains de voyageurs, les prix seront doublés.			
2° PAR TONNE ET PAR KILOMÈTRE			
Marchandises transportées à grande vitesse.			
Huîtres. — Poissons frais. — Denrées. — Excédents de bagages et marchandises de toute classe transportées à la vitesse des trains de voyageurs......	0 20	0 16	0 36
Marchandises transportées à petite vitesse.			
1re classe. Spiritueux. — Huiles. — Bois de menuiserie, de teinture et autres bois exotiques. — Produits chimiques non dénommés. — Œufs. — Viande fraîche. — Gibier. — Sucre. — Café. — Drogues. — Épiceries. — Tissus. — Denrées coloniales. — Objets manufacturés. — Armes...............	0 09	0 07	0 16
2e classe. Blés. — Grains. — Farines. — Légumes farineux. — Riz, maïs, châtaignes et autres denrées alimentaires non dénommées. — Chaux et plâtre. — Charbon de bois. — Bois à brûler dit *de corde*. — Perches. — Chevrons. — Planches. — Madriers. — Bois de charpente.			

	PRIX de PÉAGE	PRIX de TRANSPORT	TOTAUX
2e classe (suite). Marbre en bloc. — Albâtre. — Bitume. — Cotons. — Laines. — Vins. — Vinaigres. — Boissons. — Bières. — Levure sèche. — Coke. — Fers. — Cuivres. — Plomb et autres métaux ouvrés ou non. — Fontes moulées.....	0f 08c	0f 06c	0f 14c
3e classe. Pierres de taille et produits de carrières. — Minerais autres que les minerais de fer. — Fonte brute. — Sel. — Moellons. — Meulières. — Argiles. — Briques. — Ardoises..................	0 06	0 04	0 10
4e classe. Houille. — Marne. — Cendres. — Fumiers. — Engrais. — Pierres à chaux et à plâtre. — Pavés et matériaux pour la construction et la réparation des routes. — Minerais de fer. — Cailloux et sables.......................	0 05	0 03	0 08
Tarif spécial par wagon complet.			
Marchandises des 1re, 2e, 3e et 4e classes.	0 04	0 02	0 06
Les foins, fourrages, pailles et toutes marchandises ne pesant pas *six cents* kilogrammes sous le volume d'un mètre cube, *cinquante centimes* (0f 50c) par wagon et par kilomètre.			
3° VOITURES ET MATÉRIEL ROULANT TRANSPORTÉ A PETITE VITESSE			
Par pièce et par kilomètre.			
Wagon ou chariot pouvant porter de 3 à 6 tonnes..........................	0 09	0 06	0 15

	PRIX		
	de PÉAGE	de TRANSPORT	TOTAUX
Wagon pouvant porter plus de 6 tonnes.	0f 12c	0f 08c	0f 20c
Locomotive pesant de 12 à 18 tonnes (ne traînant pas de convoi)..........	1 80	1 20	3 00
Locomotive pesant plus de 18 tonnes (ne traînant pas de convoi).........	2 25	1 50	3 75
Tender de 7 à 10 tonnes..............	0 90	0 60	1 50
Tender de plus de 10 tonnes..........	1 35	0 90	2 25
Les machines locomotives seront considérées comme ne traînant pas de convoi lorsque le convoi remorqué, soit de voyageurs, soit de marchandises, ne comportera pas un péage au moins égal à celui qui serait perçu sur la locomotive avec son tender marchant sans rien traîner.			
Le prix à payer pour un wagon chargé ne pourra jamais être inférieur à celui qui serait dû pour un wagon marchant à vide.			
Voitures à 2 ou 4 roues, à un fond et à une seule banquette dans l'intérieur.	0 15	0 10	0 25
Voitures à 4 roues, à deux fonds et à deux banquettes dans l'intérieur, omnibus, diligences, etc...............	0 18	0 14	0 32
Lorsque, sur la demande des expéditeurs, les transports auront lieu à la vitesse des trains de voyageurs, les prix ci-dessus seront doublés.			
Dans ce cas, deux personnes pourront, sans supplément de prix, voyager dans les voitures à une banquette, et trois dans les voitures à deux banquettes, omnibus, diligences, etc.; les voyageurs excédant ce nombre payeront le prix des places de deuxième classe.			
Voitures de déménagement à 2 ou à 4 roues, à vide......................	0 12	0 08	0 20

	PRIX		
	de PÉAGE	de TRANSPORT	TOTAUX
ıres, lorsqu'elles seront char-payeront en sus du prix ci-, par tonne de chargement et :omètre....................	0f08	0f06c	0f14c
·ICE DES POMPES FUNÈBRES ET TRANSPORT DES CERCUEILS			
Grande vitesse.			
ure des pompes funèbres, ren-ıt un ou plusieurs cercueils, ·ansportée aux mêmes prix et .ons qu'une voiture à quatre à deux fonds et à deux ban-:............................	0 36	0 28	0 64
ercueil confié à l'administration min de fer sera transporté, pour .ins ordinaires, dans un com-ent isolé, au prix de..........	0 18	0 12	0 30
les trains express, dans une › spéciale, au prix de.........	0 60	0 40	1 00

ix déterminés ci-dessus ne comprennent pas l'impôt dû

expressément entendu que les prix de transport ne ıs au concessionnaire qu'autant qu'il effectuerait lui-:s transports à ses frais et par ses propres moyens ; :as contraire, il n'aura droit qu'aux prix fixés pour le

:eption aura lieu d'après le nombre de kilomètres par-Tout kilomètre entamé sera payé comme s'il avait été ı en entier.

Si la distance parcourue est inférieure à *six* kilomètres, elle sera comptée pour *six* kilomètres.

Le tableau des distances entre les diverses stations sera arrêté par le préfet d'après le procès-verbal de chaînage dressé contradictoirement par le concessionnaire et les ingénieurs du contrôle. Ce chaînage sera fait suivant la voie la plus courte, d'axe en axe des bâtiments des voyageurs des stations extrêmes. Les tarifs proposés d'après cette base seront soumis à l'homologation du préfet ou du Ministre des travaux publics, suivant les distinctions résultant de l'article 5 de la loi du 11 juin 1880.

Le poids de la tonne est de 1,000 kilogrammes.

Les fractions de poids ne seront comptées, tant pour la grande que pour la petite vitesse, que par centième de tonne ou par 10 kilogrammes.

Ainsi tout poids compris entre 0 et 10 kilogrammes payera comme 10 kilogrammes, entre 10 et 20 kilogrammes comme 20 kilogrammes, etc.

Toutefois, pour les excédents de bagages et de marchandises à grande vitesse, les coupures seront établies : 1° de 0 à 5 kilogrammes ; 2° au-dessus de 5 jusqu'à 10 kilogrammes ; 3° au-dessus de 10 kilogrammes, par fraction indivisible de 10 kilogrammes.

Quelle que soit la distance parcourue, le prix d'une expédition quelconque, soit en grande, soit en petite vitesse, ne pourra être inférieur à 40 *centimes*.

Art. 42.

Composition des trains.

A moins d'une autorisation spéciale et révocable du préfet, tout train régulier de voyageurs devra contenir des voitures ou compartiments de toutes classes en nombre suffisant pour toutes les personnes qui se présenteraient dans les bureaux du chemin de fer.

Art. 43.

Bagages.

Tout voyageur dont le bagage ne pèsera pas plus de 30 kilogrammes n'aura à payer, pour le port de ce bagage, aucun supplément du prix de sa place.

Cette franchise ne s'appliquera pas aux enfants transportés gratuitement, et elle sera réduite à 20 kilogrammes pour les enfants transportés à moitié prix.

ART. 44.

Assimilation des classes de marchandises.

Les animaux, denrées, marchandises, effets et autres objets non désignés dans le tarif seront rangés, pour les droits à percevoir, dans les classes avec lesquelles ils auront le plus d'analogie, sans que jamais, sauf les exceptions formulées aux articles 45 et 46 ci-après, aucune marchandise non dénommée puisse être soumise à une taxe supérieure à celle de la première classe du tarif ci-dessus.

Les assimilations de classes pourront être provisoirement réglées par le concessionnaire; elles seront immédiatement affichées et soumises à l'Administration, qui prononcera définitivement.

ART. 45.

Transport de masses indivisibles.

Les droits de péage et les prix de transport déterminés au tarif ne sont point applicables à toute masse indivisible pesant plus de *trois mille kilogrammes* (3,000 kilogr.).

Néanmoins le concessionnaire ne pourra se refuser à transporter les masses indivisibles pesant de *trois mille à cinq mille kilogrammes ;* mais les droits de péage et les prix de transport seront augmentés de moitié.

Le concessionnaire ne pourra être contraint à transporter les masses pesant plus de *cinq mille kilogrammes* (5,000 kilogr.).

Si, nonobstant la disposition qui précède, le concessionnaire transporte des masses indivisibles pesant plus de *cinq mille kilogrammes,* il devra, pendant trois mois au moins, accorder les mêmes facilités à tous ceux qui en feraient la demande.

Dans ce cas, les prix de transport seront fixés par l'Administration, sur la proposition du concessionnaire.

ART. 46.

Exceptions; envoi par groupe.

Les prix de transport déterminés au tarif ne sont point applicables :

1° Aux denrées et objets qui ne sont pas nommément énoncés dans le tarif et qui ne pèseraient pas deux cents kilogrammes sous le volume d'un mètre cube ;

2° Aux matières inflammables ou explosibles, aux animaux et objets dangereux pour lesquels les règlements de police prescriraient des précautions spéciales ;

3° Aux animaux dont la valeur déclarée excéderait 5,000 fr. ;

Ils seront mis à la disposition des destinataires, à la gare, dans le délai de deux heures après l'arrivée du même train.

2° Les animaux, denrées, marchandises et objets quelconques, à petite vitesse, seront expédiés dans le jour qui suivra celui de la remise.

Le maximum de durée du trajet sera fixé par le préfet, sur la proposition du concessionnaire.

Les colis seront mis à la disposition des destinataires dans le jour qui suivra celui de leur arrivée en gare.

Le délai total résultant des trois paragraphes ci-dessus sera seul obligatoire pour la Compagnie.

Il pourra être établi un tarif réduit, approuvé par le préfet, pour tout expéditeur qui acceptera des délais plus longs que ceux déterminés ci-dessus pour la petite vitesse.

Pour le transport des marchandises, il pourra être établi, sur la proposition du concessionnaire, un délai moyen entre ceux de la grande et de la petite vitesse. Le prix correspondant à ce délai sera un prix intermédiaire entre ceux de la grande et de la petite vitesse.

Le préfet déterminera, par des règlements spéciaux, les heures d'ouverture et de fermeture des gares et stations, tant en hiver qu'en été, ainsi que les dispositions relatives aux denrées apportées par les trains de nuit, et destinées à l'approvisionnement des marchés des villes.

Lorsque la marchandise devra passer d'une ligne sur une autre sans solution de continuité, les délais de livraison et d'expédition au point de jonction seront fixés par le préfet, sur la proposition du concessionnaire.

ART. 50.

Frais accessoires.

Les frais accessoires non mentionnés dans les tarifs, tels que ceux d'enregistrement, de chargement, de déchargement et de magasinage dans les gares et magasins du chemin de fer, seront fixés annuellement par le préfet, sur la proposition du concessionnaire. Il en sera de même des frais de transbordement qui seront faits dans les gares de raccordement de la ligne concédée avec une ligne présentant une largeur de voie différente.

ART. 51.

Camionnage.

Le concessionnaire sera tenu de faire, soit par lui-même, soit par un intermédiaire dont il répondra, le factage et le camionnage pour la remise au domicile des destinataires de toutes les marchandises qui lui sont confiées.

Le factage et le camionnage ne seront point obligatoires en dehors du rayon de l'octroi, non plus que pour les gares qui desserviraient, soit une population agglomérée de moins de cinq mille habitants, soit un centre de population de cinq mille habitants situé à plus de cinq kilomètres de la gare du chemin de fer.

Les tarifs à percevoir seront fixés par le préfet, sur la proposition du concessionnaire. Ils seront applicables à tout le monde sans distinction.

Toutefois les expéditeurs et destinataires resteront libres de faire eux-mêmes et à leurs frais le factage et le camionnage des marchandises.

Art. 52.

Traités particuliers.

A moins d'une autorisation spéciale du préfet, il est interdit au concessionnaire, conformément à l'article 14 de la loi du 15 juillet 1845, de faire directement ou indirectement avec des entreprises de transport de voyageurs ou de marchandises par terre ou par eau, sous quelque dénomination ou forme que ce puisse être, des arrangements qui ne seraient pas consentis en faveur de toutes les entreprises desservant les mêmes voies de communication.

Le préfet, agissant en vertu de l'article 50 de l'ordonnance du 15 novembre 1846, prescrira les mesures à prendre pour assurer la plus complète égalité entre les diverses entreprises de transport dans leurs rapports avec le chemin de fer.

TITRE V

STIPULATIONS RELATIVES A DIVERS SERVICES PUBLICS

Art. 53.

Fonctionnaires ou agents du contrôle et de la surveillance.

Les fonctionnaires ou agents chargés de l'inspection, du contrôle et de la surveillance du chemin de fer seront transportés gratuitement dans les voitures de voyageurs.

La même faculté sera accordée aux agents des contributions indirectes et des douanes chargés de la surveillance du chemin de fer dans l'intérêt de la perception de l'impôt.

Art. 54.

Militaires et marins.

Dans le cas où le Gouvernement aurait besoin de diriger des troupes et un matériel militaire ou naval sur l'un des points desservis par le chemin de fer, le concessionnaire sera tenu de mettre immédiatement à sa disposition tous ses moyens de transport.

Le prix du transport qui sera opéré dans ces conditions, ainsi que le prix du transport des militaires ou marins voyageant, soit en corps, soit isolément, pour cause de service, envoyés en congé limité ou en permission ou rentrant dans leurs foyers après libération, sera payé conformément aux tarifs homologués.

Dans le cas où l'Etat s'engagerait à fournir une subvention par annuités au concessionnaire, le prix de ces transports sera fixé à la moitié des mêmes tarifs.

Art. 55.

Transport des prisonniers.

Le concessionnaire sera tenu, à toute réquisition, de mettre à la disposition de l'Administration un ou plusieurs compartiments de deuxième classe à deux banquettes, ou un espace équivalent, pour le transport des prévenus, accusés ou condamnés, et de leurs gardiens.

Il en sera de même pour le transport des jeunes délinquants recueillis par l'Administration pour être transférés dans des établissements d'éducation.

L'Administration pourra, en outre, requérir l'introduction, dans les convois ordinaires, de voitures cellulaires lui appartenant, à condition que les dimensions et le poids par essieu de ces voitures ne dépassent pas les dimensions et le poids à pleine charge du modèle le plus grand et le plus lourd qui sera affecté au service régulier du chemin de fer.

Le prix de ces transports sera réglé dans les conditions indiquées à l'article précédent.

Art. 56.

Service des postes et télégraphes.

Le concessionnaire sera tenu de réserver, dans chacun des trains circulant aux heures ordinaires de l'exploitation, un compartiment spécial de deuxième classe, ou un espace équivalent, pour recevoir les lettres, les dépêches, ainsi que les

agents du service des postes. L'espace réservé devra être fermé, éclairé et situé à l'étage inférieur des voitures.

L'Administration des postes aura le droit de fixer à une voiture déterminée de chaque convoi une boite aux lettres dont elle fera opérer la pose et la levée par ses agents.

Elle pourra installer à ses frais, risques et périls et sous sa responsabilité, des appareils spéciaux pour l'échange des dépêches, sans arrêt des trains.

L'Administration des postes pourra aussi : 1° requérir un second compartiment dans les conditions indiquées au paragraphe premier; 2° requérir l'introduction de voitures spéciales lui appartenant dans les convois ordinaires du chemin de fer, à condition que les dimensions et le poids par essieu de ces voitures ne dépassent pas les dimensions et le poids en pleine charge du modèle le plus grand et le plus lourd qui sera affecté au service régulier du chemin de fer.

Les prix des transports qui pourront être requis dans les conditions ci-dessus seront payés par l'Administration des postes conformément aux tarifs homologués, sauf dans le cas où l'État se serait engagé à fournir au concessionnaire une subvention par annuités. Dans ce cas, la mise à la disposition du service des postes d'un compartiment, en conformité du paragraphe premier du présent article, sera effectuée gratuitement. Le prix de tous autres transports faits par le concessionnaire sur la réquisition de l'Administration des postes est, dès à présent, fixé à la moitié des tarifs homologués.

Les agents des postes et des télégraphes en service ne seront assujettis qu'à la moitié de la taxe dans le cas où la ligne serait subventionnée par le Trésor.

Dans le même cas, les matériaux nécessaires à l'établissement ou à l'entretien des lignes télégraphiques seront transportés à moitié prix des tarifs homologués.

L'Administration des postes pourra enfin exiger, le concessionnaire et le département entendus, et après s'être mis d'accord avec le Ministre des travaux publics, qu'un train spécial dans chaque sens soit ajouté au service ordinaire. Dans ce cas, que le chemin de fer soit subventionné ou non, le montant intégral des dépenses supplémentaires de toute nature que ce service spécial aura imposées au concessionnaire, déduction faite des produits qu'il aura pu en retirer, lui sera payé par l'administration des postes suivant le règlement qui en sera fait de gré à gré ou par deux arbitres. En cas de désaccord des arbitres, un tiers arbitre sera désigné par le conseil de préfecture.

Les employés chargés de la surveillance du service des postes, les agents préposés à l'échange ou à l'entrepôt des dépêches et

Par le préfet, si les deux chemins sont d'intérêt local et situés dans le même département;

Par le Ministre, si les deux lignes ne sont pas situées dans le même département, ou si l'un des deux chemins est d'intérêt général.

ART. 61.

Embranchements industriels.

Le concessionnaire sera tenu de s'entendre avec tout propriétaire de mines ou d'usines qui, offrant de se soumettre aux conditions prescrites ci-après, demanderait un embranchement; à défaut d'accord, le préfet statuera sur la demande, le concessionnaire entendu.

Les embranchements seront construits aux frais des propriétaires de mines et d'usines, et de manière qu'il ne résulte de leur établissement aucune entrave à la circulation générale, aucune cause d'avarie pour le matériel, ni aucuns frais particuliers pour la Compagnie.

Leur entretien devra être fait avec soin et aux frais de leurs propriétaires, et sous le contrôle du préfet. Le concessionnaire aura le droit de faire surveiller par ses agents cet entretien, ainsi que l'emploi de son matériel sur les embranchements.

Le préfet pourra, à toutes époques, prescrire les modifications qui seraient jugées utiles dans la soudure, le tracé ou l'établissement de la voie desdits embranchements, et les changements seront opérés aux frais des propriétaires.

Le préfet pourra même, après avoir entendu les propriétaires, ordonner l'enlèvement temporaire des aiguilles de soudure, dans le cas où les établissements embranchés viendraient à suspendre en tout ou en partie lenrs transports.

Le concessionnaire sera tenu d'envoyer ses wagons sur tous les embranchements autorisés, destinés à faire communiquer des établissements de mines ou d'usines avec la ligne principale du chemin de fer.

Le concessionnaire amènera ses wagons à l'entrée des em-›ranchements.

Les expéditeurs ou destinataires feront conduire les wagons ›ns leurs établissements pour les charger ou décharger, et les mèneront au point de jonction avec la ligne principale, le ut à leurs frais.

Les wagons ne pourront d'ailleurs être employés qu'au trans-›rt d'objets et marchandises destinés à la ligne principale du emin de fer.

Le temps pendant lequel les wagons séjourneront sur les nbranchements particuliers ne pourra excéder six heures,

lorsque l'embranchement n'aura pas plus d'un kilomètre Ce temps sera augmenté d'une demi-heure par kilomètre en sus du premier, non compris les heures de la nuit, depuis le coucher jusqu'au lever du soleil.

Dans le cas où les limites de temps seraient dépassées, nonobstant l'avertissement spécial donné par le concessionnaire, il pourra exiger une indemnité égale à la valeur du droit de loyer des wagons, pour chaque période de retard après l'avertissement.

Les traitements des gardiens d'aiguilles et des barrières des embranchements autorisés par le préfet seront à la charge des propriétaires des embranchements. Ces gardiens seront nommés et payés par le concessionnaire, et les frais qui en résulteront lui seront remboursés par lesdits propriétaires.

En cas de difficulté, il sera statué par l'Administration, le concessionnaire entendu.

Les propriétaires d'embranchements seront responsables des avaries que le matériel pourrait éprouver pendant son parcours ou son séjour sur ces lignes.

Dans le cas d'inexécution d'une ou de plusieurs des conditions énoncées ci-dessus, le préfet pourra, sur la plainte du concessionnaire et après avoir entendu le propriétaire de l'embranchement, ordonner par un arrêté la suspension du service et faire supprimer la soudure, sauf recours à l'Administration supérieure et sans préjudice de tous dommages-intérêts que le concessionnaire serait en droit de répéter pour la non-exécution de ces conditions.

Tarifs à percevoir pour le matériel prêté.

Pour indemniser le concessionnaire de la fourniture et de l'envoi de son matériel sur les embranchements, il est autorisé à percevoir un prix fixe de *douze centimes* (0 fr. 12) par tonne pour le premier kilomètre et, en outre, *quatre centimes* (0 fr. 04) par tonne et par kilomètre en sus du premier lorsque la longueur de l'embranchement excèdera 1 kilomètre.

Tout kilomètre entamé sera payé comme s'il avait été parcouru en entier.

Le chargement et le déchargement sur les embranchements s'opéreront aux frais des expéditeurs ou destinataires, soit qu'ils les fassent eux-mêmes, soit que la Compagnie du chemin de fer consente à les opérer.

Dans ce dernier cas, ces frais seront l'objet d'un règlement arrêté par le préfet, sur la proposition du concessionnaire.

Tout wagon envoyé par le concessionnaire sur un embran-

ART. 69.

Frais d'enregistrement.

Les frais d'enregistrement du présent cahier des charges et de la convention ci-annexée seront supportés par le concessionnaire.

CAHIER DES CHARGES TYPE

POUR LA CONCESSION

DES TRAMWAYS

DÉCRET

Le Président de la République française,

Sur le rapport du Ministre des travaux publics;

Vu l'article 30 de la loi du 11 juin 1880, aux termes duquel n cahier des charges type pour la concession des tramways oit être approuvé par le Conseil d'État;

Vu l'instruction à laquelle a donné lieu la préparation de ce ahier des charges type, notamment les avis du Conseil général les ponts et chaussées, en date des 20 janvier et 7 juillet 1881;

Le Conseil d'État entendu,

Décrète :

Article premier.

Est approuvé le cahier des charges type ci-annexé, dressé en xécution de l'article 30 de la loi du 11 juin 1880 pour la con- ession des tramways.

Art. 2.

Le Ministre des travaux publics est chargé de l'exécution du résent décret.

Fait à Paris, le 6 août 1881.

Jules GRÉVY.

Par le Président de la République :

Le Ministre des travaux publics,

SADI CARNOT.

fications qui lui paraîtraient utiles, mais ces modifications ne pourront être exécutées que moyennant l'approbation préalable du préfet.

Art. 6.

Établissement de la voie ferrée. Parties non accessibles aux voitures ordinaires.

Dans les sections où le tramway sera établi dans la chaussée, avec rails noyés, les voies de fer seront posées au niveau du sol, sans saillie ni dépression, suivant le profil normal de la voie publique, et sans aucune altération de ce profil, soit dans le sens transversal, soit dans le sens longitudinal, à moins d'une autorisation spéciale du préfet. Les rails seront compris dans un *pavage* (1) de vingt centimètres ($0^m,20$) d'épaisseur, qui régnera dans l'entre-rails, et à cinquante centimètres ($0^m,50$) au moins de chaque côté, conformément aux dispositions prescrites par le préfet, sur la proposition du concessionnaire, qui restera chargé d'établir à ses frais ce *pavage*.

La chaussée *pavée* (2) de la voie publique sera d'ailleurs conservée ou établie avec des dimensions telles qu'en dehors de l'espace occupé par le matériel du tramway (toutes saillies comprises), il reste une largeur libre de chaussée d'au moins deux mètres soixante centimètres ($2^m,60$), permettant à une voiture ordinaire de se ranger pour laisser passer le matériel du tramway avec le jeu nécessaire.

Un intervalle libre d'au moins un mètre dix centimètres ($1^m,10$) de largeur sera réservé, d'autre part, entre le matériel de la voie ferrée (toutes saillies comprises) et la verticale de l'arête extérieure de la plate-forme de la voie publique.

Art. 7.

Parties accessibles aux voitures ordinaires.

Si la voie ferrée est établie sur un accotement qui, tout en restant accessible aux piétons, sera interdit aux voitures ordinaires, elle reposera sur une couche de ballast exclusivement composée de *pierre cassée* (3) de....... de largeur (4) et d'au

(1) Ou dans *un empierrement*, suivant la nature, la fréquentation de la chaussée dont il s'agit, sa situation en rase campagne ou en traverse, etc.

(2) *Ou empierrée.*

(3) Ou de *gravier*, suivant la nature, la fréquentation de la chaussée dont il s'agit, sa situation en rase campagne ou en traverse, etc.

(4) Largeur égale à la largeur de la voie augmentée d'au moins $0^m,80$.

moins trente-cinq centimètres (0m,35) d'épaisseur totale, qui sera arasée de niveau avec la surface de l'accotement relevé en forme de trottoir.

La partie de la voie publique qui restera réservée à la circulation des voitures ordinaires présentera une largeur d'au moins *six mètres* (1), mesurée en dehors de l'accotement occupé par la voie ferrée et en dehors des emplacements qui seront affectés au dépôt des matériaux d'entretien de la route.

L'accotement occupé par la voie ferrée sera limité, du côté de la route, au moyen d'une bordure d'au moins douze centimètres (0m,12) de saillie, d'une solidité suffisante; dans les parties de routes et de chemins dont la déclivité dépassera trois centimètres par mètre (0m,03), cette bordure sera accompagnée et soutenue par un demi-caniveau pavé qui n'aura pas moins de trente centimètres (0m,30) de largeur. Un intervalle libre de trente centimètres (0m,30) au moins sera réservé entre la verticale de l'arête de cette bordure et la partie la plus saillante du matériel de la voie ferrée; un autre intervalle libre d'un mètre dix centimètres (1m,10) subsistera entre ce matériel et la verticale de l'arête extérieure de l'accotement de la route.

Les rails, qui à l'extérieur seront au niveau de l'accotement régularisé, ne formeront sur l'entre-rails que la saillie nécessaire pour le passage des boudins des roues du matériel de la voie ferrée.

ART. 8.

Traverses des villes et villages.

Dans les traverses des villes et des villages, les voies ferrées devront, à moins d'une autorisation spéciale du préfet, être établies avec rails noyés dans la chaussée entre les deux trottoirs, ou du moins entre les deux zones à réserver pour l'établissement de trottoirs, et suivant le type décrit à l'article 6.

Le maximum des largeurs à réserver est fixé d'après les cotes suivantes :

(*A*) Pour un trottoir, un mètre dix centimètres (1m,10).

(*B*) Entre le matériel de la voie ferrée (partie la plus saillante) et le bord d'un trottoir :

1° Quand on réserve le stationnement des voitures ordinaires, deux mètres soixante centimètres (2m,60) ;

2° Quand on supprime ce stationnement, trente centimètres (0m,30).

(1) Six mètres sont le minimum admissible pour une route nationale.

ART. 9.

Exécution des travaux.

Le déchet résultant de la démolition et du rétablissement des chaussées sera couvert par les fournitures de matériaux neufs de la nature et de la qualité de ceux qui sont employés dans lesdites chaussées.

Pour le rétablissement des chaussées pavées au moment de la pose de la voie ferrée, il sera fourni, en outre, la quantité de boutisses nécessaire afin d'opérer ce rétablissement suivant les règles de l'art, en évitant l'emploi des demi-pavés.

Les vieux matériaux provenant des anciennes chaussées remaniées ou refaites à neuf qui n'auront pas trouvé leur emploi dans la réfection seront laissés à la libre disposition du concessionnaire.

Les fers, bois et autres éléments constitutifs des voies ferrées devront être de bonne qualité et propres à remplir leur destination.

ART. 10.

Voies.

Les voies devront être établies d'une manière solide et avec des matériaux de bonne qualité.

Les rails seront en . . . . et du poids de . . . . kilogrammes au moins par mètre courant ; ils seront posés sur (1)

ART. 11 (2).

Gares et stations.

Les voitures devront s'arrêter en pleine voie pour prendre ou laisser des voyageurs *et des marchandises* sur tous les points du parcours, sauf sur les sections ci-dessous indiquées :

Le nombre et l'emplacement des gares, stations et haltes seront arrêtés lors de l'approbation des projets définitifs. Il est toutefois entendu dès à présent qu'il sera établi des stations ou

(1) Les blancs laissés dans l'article 10 seront remplis suivant le type de voie, de supports, d'éclissage, d'entretoisement, etc.

(2) Cet article sera modifié dans le cas où l'on adoptera l'un des deux autres modes d'exploitation prévus par le règlement d'administration publique : arrêts en pleine voie sur tout le parcours, ou arrêts seulement à des gares, stations ou haltes déterminées.

des haltes pour le service des voyageurs, *et des gares pour la réception et la livraison des marchandises,* suivant les indications ci-après :

TITRE II

ENTRETIEN ET EXPLOITATION

ART. 12.

Entretien.

Sur les sections où la voie ferrée est accessible aux voitures ordinaires (sections à rails noyés dans la chaussée), l'entretien qui est à la charge du concessionnaire comprend le *pavage* (1) des entre-rails et de l'entre-voie, ainsi que les zones de cinquante centimètres ($0^m,50$) qui servent d'accotements extérieurs aux rails.

Une subvention de (2) . . . . *est allouée au concessionnaire sur les fonds d'entretien de la route* (3) . . . . *en raison de l'usure qui résultera de la circulation des voies ordinaires sur la largeur de chaussée qui est affectée au service de la voie ferrée. Ce chiffre pourra être revisé tous les cinq ans.*

ART. 13.

Réfection des parties de route ou de chemin atteintes par les travaux de la voie ferrée.

Lorsque, pour la construction ou la réparation de la voie ferrée, il sera nécessaire de démolir des parties pavées ou empierrées de la voie publique situées en dehors des zones ou de l'accotement indiqués ci-dessus, il devra être pourvu par le concessionnaire à l'entretien de ces parties pendant une année à dater de la réception provisoire des travaux de réfection ; il en sera de même pour tous les ouvrages souterrains.

ART. 14.

Nombre minimum des voyages.

Le nombre minimum des voyages qui devront être faits tous les jours, dans chaque sens, *sur la ligne entière,* est fixé à

(1) Ou l'*empierrement.*

(2) Subvention à fixer dans chaque cas particulier.

(3) Ou *du chemin.*

Art. 15.

Limitation de la vitesse et de la longueur des trains.

Les trains se composeront de voitures au plus, et leur longueur totale ne dépassera pas

La vitesse des trains en marche sera au plus de kilomètres à l'heure (1).

TITRE III

DURÉE ET DÉCHÉANCE DE LA CONCESSION

Art. 16.

Durée de la concession.

La durée de la concession du *réseau* (2) mentionné à l'article 2 du présent cahier des charges commencera à courir de la date du décret d'autorisation, et elle prendra fin le

Art. 17.

Expiration de la concession.

A l'époque fixée pour l'expiration de la concession, et par le seul fait de cette expiration, l'*État* sera subrogé à tous les droits du concessionnaire sur la voie ferrée et ses dépendances, et il entrera immédiatement en jouissance de tous ses produits.

Le concessionnaire sera tenu de lui remettre en bon état d'entretien la voie ferrée et tous les immeubles faisant partie du domaine public qui en dépendent. Il en sera de même de tous les objets immobiliers dépendant de ladite voie, tels que les barrières et clôtures, les changements de voies, plaques tournantes, réservoirs d'eau, grues hydrauliques, machines fixes, bureaux d'attente et de contrôle, etc.

Dans les cinq dernières années qui précéderont le terme de la concession, l'*État* aura le droit de saisir les revenus du tramway et de les employer à rétablir en bon état la voie ferrée et ses dépendances, si le concessionnaire ne se mettait pas en

(1) Aux termes des articles 30 et 33 du règlement d'administration publique sur les lignes de tramways à traction mécanique, la longueur des trains ne peut, en aucun cas, dépasser soixante mètres et la vitesse ne peut excéder vingt kilomètres à l'heure. L'article 15 a pour but de permettre à l'autorité concédante de réduire les maxima lorsqu'elle le croira nécessaire

(2) Ou de la ligne.

ıesure de satisfaire pleinement et entièrement à cette obliıtion.

En ce qui concerne les objets mobiliers tels que le matériel)ulant, le mobilier des stations, l'outillage des ateliers et des ıres, l'*État* se réserve le droit de les reprendre en totalité ou our telle partie qu'il jugera convenable, à dire d'experts, mais ıns pouvoir y être contraint. La valeur des objets repris sera ayée au concessionnaire dans les six mois qui suivront l'expiration de la concession et la remise du matériel à l'*État*.

L'*État* sera tenu, si le concessionnaire le requiert, de reprenre en outre les matériaux, combustibles et approvisionnements e tout genre sur l'estimation qui en sera faite à dire d'experts; et, réciproquement, si l'*État* le requiert, le concessionaire sera tenu de céder ces approvisionnements de la même ıanière. Toutefois l'*État* ne pourra être obligé de reprendre ue les approvisionnements nécessaires à l'exploitation du amway pendant six mois.

Les dispositions qui précèdent ne sont applicables qu'au cas ı le *Gouvernement* déciderait que les voies ferrées doivent re maintenues en tout ou en partie.

ART. 18.

Remise des lieux dans l'état primitif.

Dans le cas où le *Gouvernement* déciderait, au contraire, que s voies ferrées doivent être supprimées en tout ou en partie, ıs voies seront enlevées et les lieux seront remis dans l'état rimitif par les soins et aux frais du concessionnaire, sans ı'il puisse prétendre à aucune indemnité.

ART. 19.

Rachat de la concession.

L'*État* aura toujours le droit de racheter la concession.

Si le rachat a lieu avant l'expiration des *quinze* premières ınées de l'exploitation, il se fera conformément au paragrahe 3 de l'article 11 de la loi du 11 juin 1880. Ce terme de ıinze ans sera compté à partir de la mise en exploitation fective *du réseau entier*, ou au plus tard à partir de la fin u délai qui est fixé dans l'article 3 du présent cahier des ıarges, sans tenir compte des retards qui auraient eu lieu ıns l'achèvement des travaux.

Si le rachat de la concession entière est réclamé par l'*État* près l'expiration des *quinze* premières années de l'exploitation, u règlera le prix du rachat, en relevant les produits nets nnuels obtenus par le concessionnaire pendant les *sept* années

qui auront précédé celle où le rachat sera effectué, et en y comprenant les annuités qui auront été payées à titre de subvention; on en déduira les produits nets des *deux* plus faibles années, et l'on établira le produit net moyen des *cinq* autres années.

Ce produit net moyen formera le montant d'une annuité, qui sera due et payée au concessionnaire pendant chacune des années restant à courir sur la durée de la concession.

Dans aucun cas, le montant de l'annuité ne sera inférieur au produit net de la dernière des *sept* années prises pour terme de comparaison.

Le concessionnaire recevra en outre, dans les six mois qui suivront le rachat, les remboursements auxquels il aurait droit à l'expiration de la concession, suivant le quatrième et le cinquième paragraphe de l'article 17, la reprise de la totalité des objets mobiliers étant ici obligatoire dans tous les cas pour l'*Etat*.

Le concessionnaire ne pourra élever aucune réclamation dans le cas où, par suite d'un changement dans le classement des routes et chemins empruntés par la voie ferrée, une nouvelle autorité serait substituée à celle de qui émane la concession.

La nouvelle autorité aura les mêmes droits que celle qui a fait la concession.

Art. 20.

Déchéance.

Si le concessionnaire n'a pas remis au préfet tous les projets définitifs, ou s'il n'a pas commencé les travaux dans les délais fixés par l'article 3, il encourra la déchéance qui, après mise en demeure, sera prononcée par le Ministre des travaux publics, sauf recours au Conseil d'État par la voie contentieuse.

Dans ces deux cas, la somme qui aura été déposée, ainsi qu'il sera dit à l'article 38, à titre de cautionnement, deviendra la propriété de l'*Etat* et lui restera acquise.

Art. 21.

Achèvement des travaux en cas de déchéance.

Faute par le concessionnaire d'avoir poursuivi et terminé les travaux dans les délais et conditions fixés par l'article 3, faute aussi par lui d'avoir rempli les diverses obligations qui lui sont imposées par le règlement d'administration publique du 6 août 1881, ainsi que par le présent cahier des charges, et dans le cas prévu par l'article 10 de la loi du 11 juin 1880, il encourra, soit la perte partielle de son cautionnement dans les

conditions qui seraient prévues par l'acte de concession, soit la perte totale de ce cautionnement, soit la déchéance. Dans tous les cas, il sera statué par le Ministre des travaux publics, après mise en demeure, sauf recours au Conseil d'Etat par la voie contentieuse. Dans les deux premiers cas, le cautionnement devra être reconstitué dans le mois de la décision ministérielle.

En cas de déchéance, il sera pourvu tant à la continuation et à l'achèvement des travaux qu'à l'exécution des autres engagements contractés par le concessionnaire, conformément à l'article 41 du règlement d'administration publique du 6 août 1881.

Art. 22.

Cas de force majeure.

Les dispositions des deux articles qui précèdent ne seraient pas applicables, et la déchéance ne serait pas encourue, dans le cas où le concessionnaire n'aurait pu remplir ses obligations par suite de circonstances de force majeure dûment constatées.

TITRE IV (1)

TAXES ET CONDITIONS RELATIVES AU TRANSPORT DES VOYAGEURS ET DES MARCHANDISES

Art. 23.

Tarif des droits à percevoir.

Pour indemniser le concessionnaire des travaux et dépenses qu'il s'engage à faire par le présent cahier des charges, et sous la condition expresse qu'il en remplira exactement toutes les obligations, il est autorisé à percevoir, pendant toute la durée de la concession, les droits de péage et les prix de transport ci-après déterminés :

(1) Les articles du titre IV sont susceptibles les uns d'être réduits à un petit nombre de dispositions, les autres laissés en blanc lorsque le tramway ne sera affecté qu'à un service de voyageurs seulement ou de voyageurs et de messageries, mais il conviendra de ne pas modifier le numérotage des articles suivants.

TARIF

1° PAR TÊTE ET PAR KILOMÈTRE

TARIF	PRIX de PÉAGE (1)	PRIX de TRANSPORT (1)	PRIX TOTAUX (1)
Grande vitesse.			
Voyageurs.. Voitures couvertes, garnies et fermées à glaces (1re *classe*)	0f067	0f033	0f10c
Voyageurs.. Voitures couvertes, fermées à glaces, et à banquettes rembourrées (2e *classe*).......	0 050	0 025	0 075
Voyageurs.. Voitures couvertes et fermées à vitres (3e *classe*)...............	0 037	0 018	0 055
Enfants. Au-dessous de 3 ans, les enfants ne payent rien, à la condition d'être portés sur les genoux des personnes qui les accompagnent. De 3 à 7 ans, ils payent demi-place et ont droit à une place distincte; toutefois, dans un même compartiment, deux enfants ne pourront occuper que la place d'un voyageur. Au-dessus de 7 ans, ils payent place entière.			
Chiens transportés dans les trains de voyageurs.........................	0 01	0 005	0 015
Sans que la perception puisse être inférieure à 0 fr. 30 c.			
Petite vitesse.			
Bœufs, vaches, taureaux, chevaux, mulets, bêtes de trait.................	0 07	0 03	0 10

(1) Chiffres à fixer pour chaque concession; les chiffres inscrits ci-dessous sont présentés à titre de renseignement utile à consulter.

	PRIX de PÉAGE	PRIX de TRANSPORT	PRIX TOTAUX
Veaux et porcs.......................	0f025	0f015	0f04c
Moutons, brebis, agneaux, chèvres.....	0 01	0 01	0 02
Lorsque les animaux ci-dessus dénommés seront, sur la demande des expéditeurs, transportés à la vitesse des trains de voyageurs, les prix seront doublés.			
2° PAR TONNE ET PAR KILOMÈTRE			
Marchandises transportées à grande vitesse.			
Huîtres. — Poissons frais. — Denrées. — Excédents de bagages et marchandises de toute classe transportées à la vitesse des trains de voyageurs......	0 20	0 16	0 36
Marchandises transportées à petite vitesse.			
1re classe. Spiritueux. — Huiles. — Bois de menuiserie, de teinture et autres bois exotiques. — Produits chimiques non dénommés. — Œufs. — Viande fraîche. — Gibier. — Sucre. — Café. — Drogues. — Épiceries. — Tissus. — Denrées coloniales. — Objets manufacturés. — Armes...............	0 09	0 07	0 16
2e classe. Blés. — Grains. — Farines. — Légumes farineux.—Riz, maïs, châtaignes et autres denrées alimentaires non dénommées. —Chaux et plâtre. — Charbon de bois. — Bois à brûler dit *de corde*. —Perches. — Chevrons. — Planches. —Madriers. —Bois de charpente.			

		PRIX de PÉAGE	PRIX de TRANSPORT	PRIX TOTAUX
2e classe (suite).	Marbre en bloc. — Albâtre. — Bitume. — Cotons. — Laines. — Vins. — Vinaigres. — Boissons. — Bières. — Levure sèche. — Coke. — Fers. — Cuivres. — Plomb et autres métaux ouvrés ou non. — Fontes moulées.....	0f 08c	0f 06c	0f 14c
3e classe.	Pierres de taille et produits de carrières. — Minerais autres que les minerais de fer. — Fonte brute. — Sel. — Moellons. — Meulières. — Argiles. — Briques. — Ardoises....................	0 06	0 04	0 10
4e classe.	Houille. — Marne. — Cendres. — Fumiers. — Engrais. — Pierres à chaux et à plâtre. — Pavés et matériaux pour la construction et la réparation des routes. — Minerais de fer. — Cailloux et sables........................	0 05	0 03	0 08
	Tarif spécial par wagon complet.			
	Marchandises des 1re, 2e, 3e et 4e classes.	0 04	0 02	0 06
	Les foins, fourrages, pailles et toutes marchandises ne pesant pas *six cents* kilogrammes sous le volume d'un mètre cube, *cinquante centimes* (0f, 50c) par wagon et par kilomètre.			
	3° VOITURES ET MATÉRIEL ROULANT TRANSPORTÉS A PETITE VITESSE			
	Par pièce et par kilomètre.			
	Wagon ou chariot pouvant porter de 3 à 6 tonnes..........................	0 09	0 06	0 15

	PRIX de PÉAGE	PRIX de TRANSPORT	TOTAUX
pouvant porter plus de 6 tonnes.	0f 12c	0f 08c	0f 20c
otive pesant de 12 à 18 tonnes rainant pas de convoi)..........	1 80	1 20	3 00
otive pesant plus de 18 tonnes rainant pas de convoi).........	2 25	1 50	3 75
de 7 à 10 tonnes..............	0 90	0 60	1 50
de plus de 10 tonnes..........	1 35	0 90	2 25
nachines locomotives seront cons comme ne trainant pas de convoi : le convoi remorqué, soit de voyasoit de marchandises, ne compors un péage au moins égal à celui ait perçu sur la locomotive avec der marchant sans rien trainer.			
ix à payer pour un wagon chargé ra jamais être inférieur à celui qui û pour un wagon marchant à vide.			
s à 2 ou 4 roues, à un fond et seule banquette dans l'intérieur.	0 15	0 10	0 25
s à 4 roues, à deux fonds et à banquettes dans l'intérieur, oms, diligences, etc...............	0 18	0 14	0 32
que, sur la demande des expédiles transports auront lieu à la des trains de voyageurs, les prix us seront doublés.			
ce cas, deux personnes pourront, upplément de prix, voyager dans tures à une banquette, et trois es voitures à deux banquettes, is, diligences, etc.; les voyageurs nt ce nombre payeront le prix ces de deuxième classe.			
s de déménagement à 2 ou à 4 s, à vide......................	0 12	0 08	0 20

	PRIX de PÉAGE	PRIX de TRANSPORT	PRIX TOTAUX
Ces voitures, lorsqu'elles seront chargées, payeront en sus du prix ci-dessus, par tonne de chargement et par kilomètre........................	0f08c	0f06c	0f14c
4° SERVICE DES POMPES FUNÈBRES ET TRANSPORT DES CERCUEILS			
Grande vitesse.			
Une voiture des pompes funèbres, renfermant un ou plusieurs cercueils, sera transportée aux mêmes prix et conditions qu'une voiture à quatre roues, à deux fonds et à deux banquettes...........................	0 36	0 28	0 64
Chaque cercueil confié à l'administration du chemin de fer sera transporté, pour les trains ordinaires, dans un compartiment isolé, au prix de..........	0 18	0 12	0 30
Et pour les trains express, dans une voiture spéciale, au prix de.........	0 60	0 40	1 00

Les prix déterminés ci-dessus ne comprennent pas l'impôt dû à l'Etat.

Il est expressément entendu que les prix de transport ne seront dus au concessionnaire qu'autant qu'il effectuerait lui-même ces transports à ses frais et par ses propres moyens; dans le cas contraire, il n'aura droit qu'aux prix fixés pour le péage.

La perception aura lieu d'après le nombre de kilomètres parcourus. Tout kilomètre entamé sera payé comme s'il avait été parcouru en entier.

Si la distance parcourue est inférieure à *six* kilomètres, elle sera comptée pour *six* kilomètres.

Le tableau des distances entre les diverses stations sera arrêté par le préfet d'après le procès-verbal de chaînage dressé contradictoirement par le concessionnaire et le service du contrôle. Ce chaînage sera fait suivant la voie la plus courte, d'axe en axe des bâtiments des voyageurs des stations extrêmes. Les tarifs proposés d'après cette base seront soumis à l'homologation du *Ministre des travaux publics* (1).

Dans aucun cas il ne pourra être perçu pour un voyageur pris ou laissé en route un prix supérieur à celui qui a été prévu pour la distance complète qui sépare les deux stations entre lesquelles le parcours a été effectué.

Le poids de la tonne est de 1,000 kilogrammes.

Les fractions de poids ne seront comptées, tant pour la grande que pour la petite vitesse, que par centième de tonne ou par 10 kilogrammes.

Ainsi, tout poids compris entre 0 et 10 kilogrammes payera comme 10 kilogrammes; entre 10 et 20 kilogrammes, comme 20 kilogrammes, etc.

Toutefois, pour les excédents de bagages et de marchandises à grande vitesse, les coupures seront établies : 1° de 0 à 5 kilogrammes; 2° au-dessus de 5 jusqu'à 10 kilogrammes; 3° au-dessus de 10 kilogrammes, par fraction indivisible de 10 kilogrammes.

Quelle que soit la distance parcourue, le prix d'une expédition quelconque, soit en grande, soit en petite vitesse, ne pourra être inférieur à 40 *centimes*.

Art. 24.

Bagages.

Tout voyageur dont le bagage ne pèsera pas plus de *trente* (30) kilogrammes n'aura à payer, pour le port de ce bagage, aucun supplément du prix de sa place.

Cette franchise ne s'appliquera pas aux enfants transportés gratuitement, et elle sera réduite à *vingt* (20) kilogrammes pour les enfants transportés à moitié prix.

Art. 25.

Assimilation des classes de marchandises.

Les animaux, denrées, marchandises, effets et autres objets non désignés dans le tarif seront rangés, pour les droits à percevoir, dans les classes avec lesquelles ils auront le plus d'ana-

(1) Ou du *préfet* si la concession émane d'un *département* ou d'une commune. (Art. 33 de la loi du 11 juin 1880.)

logie, sans que jamais, sauf les exceptions formulées aux articles 26 et 27 ci-après, aucune marchandise non dénommée puisse être soumise à une taxe supérieure à celle de la première classe du tarif ci-dessus.

Les assimilations de classes pourront être provisoirement réglées par le concessionnaire; elles seront immédiatement affichées et soumises à l'Administration, qui prononcera définitivement.

Art. 26.

Transport de masses indivisibles.

Les droits de péage et les prix de transport déterminés au tarif ne sont point applicables à toute masse indivisible pesant plus de *trois mille kilogrammes* (3,000k).

Néanmoins le concessionnaire ne pourra se refuser à transporter les masses indivisibles pesant de *trois mille à cinq mille kilogrammes;* mais les droits de péage et les prix de transport seront augmentés de moitié.

Le concessionnaire ne pourra être contraint à transporter les masses pesant plus de *cinq mille kilogrammes* (5,000k).

Si, nonobstant la disposition qui précède, le concessionnaire transporte des masses indivisibles pesant plus de *cinq mille kilogrammes*, il devra, pendant trois mois au moins, accorder les mêmes facilités à tous ceux qui en feraient la demande.

Dans ce cas, les prix de transport seront fixés par l'Administration, sur la proposition du concessionnaire.

Art. 27.

Exceptions : envois par groupes.

Les prix de transport déterminés au tarif ne sont point applicables :

1° Aux denrées et objets qui ne sont pas nommément énoncés dans le tarif et qui ne pèseraient pas deux cents kilogrammes sous le volume d'un mètre cube;

2° Aux matières inflammables ou explosibles, aux animaux ou objets dangereux, pour lesquels des règlements de police prescriraient des précautions spéciales;

3° Aux animaux dont la valeur déclarée excéderait 5,000 francs;

4° A l'or et à l'argent, soit en lingots, soit monnayés ou travaillés, au plaqué d'or ou d'argent, au mercure et au platine, ainsi qu'aux bijoux, dentelles, pierres précieuses, objets d'art et autres valeurs;

5° Et, en général, à tous paquets, colis ou excédents de bagages pesant isolément *quarante* kilogrammes et au-dessous.

Toutefois, les prix de transport déterminés au tarif sont applicables à tous paquets ou colis pesant ensemble plus de quarante kilogrammes d'objets envoyés par une même personne à une même personne. Il en sera de même pour les excédents de bagages qui pèseraient ensemble ou séparément plus de 40 kilogrammes.

Le bénéfice de la disposition énoncée dans le paragraphe précédent, en ce qui concerne les paquets ou colis, ne peut être invoqué par les entrepreneurs de messageries et de roulage et autres intermédiaires de transport, à moins que les articles par eux envoyés ne soient réunis en un seul colis.

Dans les cinq cas ci-dessus spécifiés, les prix de transport seront arrêtés annuellement par le préfet, tant pour la grande que pour la petite vitesse, sur la proposition du concessionnaire.

En ce qui concerne les paquets ou colis mentionnés au paragraphe 5 ci-dessus, les prix de transport devront être calculés de telle manière qu'en aucun cas un de ces paquets ou colis ne puisse payer un prix plus élevé qu'un article de même nature pesant plus de *quarante* kilogrammes.

Art. 28.

Abaissement des tarifs.

Dans le cas où le concessionnaire jugerait convenable, soit pour le parcours total, soit pour les parcours partiels de la voie de fer, d'abaisser, avec ou sans conditions, au-dessous des limites déterminées par le tarif les taxes qu'il est autorisé à percevoir, les taxes abaissées ne pourront être relevées qu'après un délai de trois mois au moins pour les voyageurs et d'un an pour les marchandises.

Toute modification de tarif proposée par le concessionnaire sera annoncée un mois d'avance par des affiches.

La perception des tarifs modifiés ne pourra avoir lieu qu'avec l'homologation du *Ministre des travaux publics* (1), conformément aux dispositions de la loi du 11 juin 1880.

La perception des taxes devra se faire indistinctement et sans aucune faveur.

Tout traité particulier qui aurait pour effet d'accorder à un ou plusieurs expéditeurs une réduction sur les tarifs approuvés demeure formellement interdit.

Toutefois cette disposition n'est pas applicable aux traités qui pourraient intervenir entre le Gouvernement et le concessionnaire dans l'intérêt des services publics, ni aux réductions

(1) Ou du *préfet*, si la concession n'est pas donnée par l'*État*.

TITRE VI

CLAUSES DIVERSES

Art. 37.

Frais de contrôle.

La somme que le concessionnaire doit verser chaque année à la date du.........., afin de pourvoir aux frais du contrôle, sera calculée d'après le chiffre de (1) .... par kilomètre de voie concédée.

Le premier versement aura lieu le...............à la caisse du...............

Art. 38.

Cautionnement.

Avant la signature de l'acte de concession, le concessionnaire déposera à la Caisse des dépôts et consignations une somme de................ .... en numéraire ou en rente sur l'État calculée conformément au décret du 31 janvier 1872, ou en bons du Trésor, avec transfert, au profit de ladite Caisse, de celles de ces valeurs qui seraient nominatives ou à ordre.

Cette somme formera le cautionnement de l'entreprise.

Les *quatre cinquièmes* en seront rendus au concessionnaire par *cinquième* et proportionnellement à l'avancement des travaux. Le dernier *cinquième* ne sera remboursé qu'après l'expiration de la concession.

Art. 39.

Élection de domicile.

Le concessionnaire devra faire élection de domicile à . . .

Dans le cas où il ne l'aurait pas fait, toute notification ou signification à lui adressée sera valable lorsqu'elle sera faite au *secrétariat général de la préfecture de* (2).....................

(1) Les frais de contrôle ont été fixés, dans plusieurs concessions déjà données, à la somme annuelle de cinquante francs (50 fr.) par kilomètre, payable à compter de la date du décret de concession, tant pour la période de construction que pour la période d'exploitation.

(2) Ou au *secrétariat de la mairie de*.............

Art. 40.

Les contestations qui s'élèveraient entre le concessionnaire et l'Administration au sujet de l'exécution et de l'interprétation des clauses du présent cahier des charges seront jugées administrativement par le conseil de préfecture du département d.. ...., sauf recours au Conseil d'Etat.

Art. 41.

Frais d'enregistrement.

Les frais d'enregistrement du présent cahier des charges et de la convention ci-annexée seront supportés par le concessionnaire.

CHEMINS DE FER D'INTÉRÊT LOCAL

ET TRAMWAYS

CONDITIONS FINANCIÈRES

Un règlement d'Administration publique, sur lequel le Conseil d'État n'a pas encore délibéré, déterminera :

1° Les justifications à fournir par les concessionnaires pour établir les recettes et les dépenses annuelles;

2° Les conditions dans lesquelles seront fixés le chiffre de la subvention due par l'État, le département ou les communes, et, lorsqu'il y aura lieu, la part revenant à l'État, au département, aux communes ou aux intéressés, à titre de remboursement de leurs avances, sur le produit net de l'exploitation.

(Art. 16 et 39 de la loi du 11 juin 1880.)

TABLE DES MATIÈRES

PREMIÈRE PARTIE

CONSTRUCTION

CHAPITRE PREMIER

CHAPITRE DEUXIÈME

CHAPITRE TROISIÈME

CHAPITRE QUATRIÈME

CHAPITRE CINQUIÈME

CHAPITRE SIXIÈME

CHAPITRE SEPTIÈME

CHAPITRE HUITIÈME

CHAPITRE NEUVIÈME

CHAPITRE DIXIÈME

DEUXIÈME PARTIE

EXPLOITATION

CHAPITRE ONZIÈME

TROISIÈME PARTIE

CHEMINS DE FER SUR ROUTES

CHAPITRE PREMIER

CHAPITRE DEUXIÈME

CHAPITRE TROISIÈME

CHAPITRE QUATRIÈME

CAHIER DES CHARGES TYPE POUR LA CONCESSION DES CHEMINS DE FER D'INTÉRÊT LOCAL.

CAHIER DES CHARGES TYPE POUR LA CONCESSION DES TRAMWAYS.

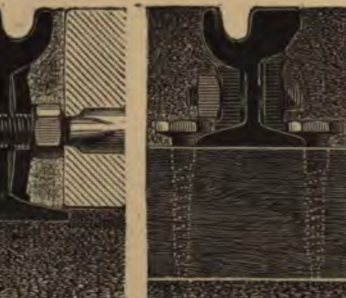
FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES

RAILS A GORGE ET A PATIN, Système **G. BROCA,** Ingénieur des Arts et Manufactures, breveté s. g. d. g.
Voie pour Tramways et Chemins de Fer Routiers.

PROJETS — ÉTUDES

ALPHONSE DUMONT, Ingénieur, 160, Boulevard Magenta, à Paris.

Rails en fer et en acier pour Alignements et pour Courbes. — Appareils de voies.
Locomotives, Voitures, Wagons et Matériel de toute espèce pour Tramways et Chemins de Fer Secondaires.







RAIL GRAND MODÈLE.

Voie entièrement métallique posée directement sur le sol, dans le pavage et dans le macadam. Eclis- et entretoises spéciales.

RAIL PETIT MODÈLE

(Ce Rail peut aussi s'employer pour pose directe sur le sol, comme le Grand Modèle.)

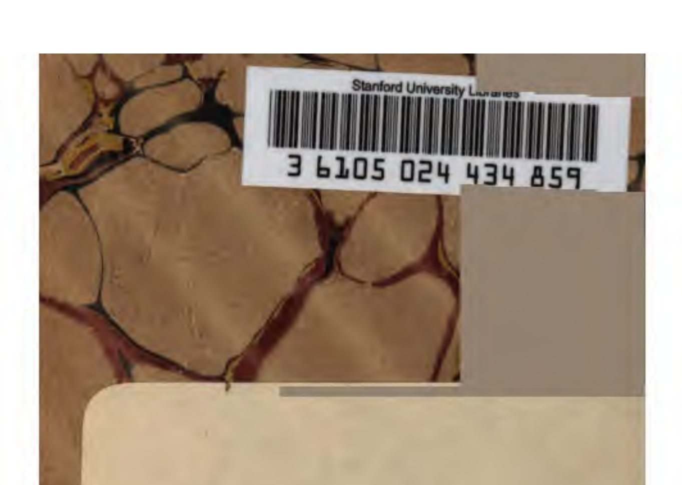
Pose dans le macadam. Rail monté sur traverses comme ceux des chemins de fer.

Pose dans le pavage ou dans le macadam. Rail monté sur longuerines, avec entretoises spéciales.

Pose dans le pavage ou dans le macadam. Rail monté sur coussinets et sur traverses.

**




Stanford University Libraries
3 6105 024 434 859

